T.S TRẦN NGỌC

Chương trình nâng cao

PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

CÁC DẠNG BÀI TẬP VẬT LÍ 10

- Phân loại theo từng chủ đề - Kiến thức cần nhớ
- Các phương pháp giải bài tập - Các bài tập mẫu
- Bài tập tự giải - Bài tập trắc nghiệm





NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

TS. TRẦN NGỌC

Chương trình nâng cao

PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC DẠNG BÀI TẬP VẬT LÍ 10

* Biên soạn theo chương trình và SGK mới
* Dành cho học sinh ban KHTN và ban cơ sở

- Phân loại theo từng chủ đề
- Kiến thức cần nhớ
- Các phương pháp giải bài tập
- Các bài tập mẫu
- Bài tập tự giải
- Bài tập trắc nghiệm



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

16 Hàng Chuối - Hai Bà Trưng - Hà Nội
Điện thoại: (04) 9718312; (04) 7547936. Fax: (04) 9714899
E-mail: nxb@ vnu.edu.vn

★ ★ ★

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc: PHÙNG QUỐC BẢO
Tổng biên tập: PHẠM THÀNH HƯNG

Biên tập: ĐỨC THỊNH

Sửa bài: THU TRANG

Trình bày bìa: HOÀNG NGUYÊN

PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC DẠNG BÀI TẬP VẬT LÝ 10

Mã số: 1L-60 ĐH2006
In 2000 cuốn, khổ 16 x 24 cm tại Công ty Cổ phần in Tân Bình
Số xuất bản: 172 - 2006/CXB/5 - 13/ĐHQGHN, ngày 7/03/2006.
Quyết định xuất bản số: 163 LK/XB
In xong và nộp lưu chiểu quý II năm 2006

LỜI NÓI ĐẦU

"Phân ban là hình thức phân hoá trong dạy học, việc phân ban không làm giảm tính giáo dục toàn diện mà còn tạo điều kiện để phát triển mạnh mẽ năng lực, nhân cách của từng học sinh...".

Với mục tiêu nâng cao tính phù hợp và tính hiệu quả của giáo dục đối với sự phát triển của xã hội, từ năm học 2006 – 2007, Bộ Giáo dục và Đào tạo bắt đầu triển khai đại trà trên toàn quốc chương trình phân ban cho bậc trung học phổ thông sau 3 năm thí điểm ở 11 tỉnh và thành phố trong cả nước.

Nhằm giúp học sinh tiếp cận những kiến thức cơ bản và trọng tâm để học tốt môn vật lớ, chúng tôi biên soạn và giới thiệu:

"PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC DẠNG BÀI TẬP VẬT LÍ 10"

Cuốn sách được biên soạn trên cơ sở chương trình vật lớ lớp 10 dành cho ban Khoa học Tự nhiên. Nội dung được phân thành các chương theo sách giáo khoa và được trình bày theo từng chủ đề, trong đó gồm:

***1. Phần tóm tắt lớ thuyết và các công thức cơ bản** giúp học sinh ôn tập các kiến thức trọng tâm trong chủ đề.*

***2. Các bài tập thí dụ** đều có **phần ghi dữ kiện của bài toán, phân tích và giải chi tiết**, trong đó có cách đổi và dùng các đơn vị vật lớ. Phần này giúp các em hiểu được bản chất vật lớ để có thể tự mình học tập một cách độc lập.*

***3. Các bài tập tự giải** đều có hướng dẫn và đáp số tạo điều kiện thuận lợi hơn trong khi giải bài tập.*

***4. Các bài tập trắc nghiệm** ngoài việc giúp học sinh ôn tập, nắm chắc kiến thức còn phát triển trí thông minh, phán đoán và nhanh nhạy trong các kì thi.*

Vì đây là một tài liệu tham khảo nên chúng tôi cũng mạnh dạn đưa vào một số bài tập nâng cao và có nội dung mở rộng với mục đích giúp học sinh rèn luyện khả năng suy luận và nâng cao trình độ, đặc biệt đối với các em học sinh khá, giỏi.

Trong quá trình biên tập, mặc dù đã có nhiều cố gắng nhưng không tránh khỏi các sai sót, chúng tôi mong nhận được sự góp ý của các thầy, cô giáo và các em học sinh để lần tái bản sau được tốt hơn.

Trân trọng cảm ơn!

Tác giả

MỤC LỤC

Phần 1
CƠ HỌC

Chương 1
ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

Chủ đề 1: **CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU**

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Chuyển động cơ học

* Chuyển động cơ học là sự thay đổi vị trí của một vật trong không gian so với vật khác hay một hệ vật khác theo thời gian.

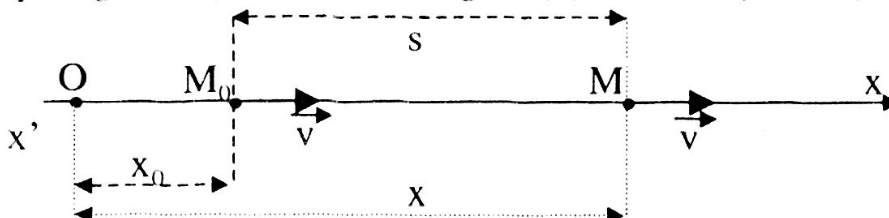
* Để mô tả trạng thái chuyển động của một chất điểm người ta dùng các đại lượng như đường đi s (m), vận tốc v (m/s), gia tốc a (m/s^2) và thời gian chuyển động t (s).

2. Chuyển động thẳng đều

* Quỹ đạo là một đường thẳng.

* Vận tốc của chuyển động thẳng đều là đại lượng đặc trưng về sự nhanh hay chậm và hướng của chuyển động. Vận tốc là đại lượng véctơ có gốc đặt vào vật, hướng trùng với hướng của chuyển động và có độ lớn không đổi: $v = \frac{s}{t} = \text{const}$

(s là quãng đường (m), t là thời gian (s) và v là vận tốc (m/s))



H 1.1

* Đường đi của chuyển động thẳng đều: s = v.t

* Phương trình tọa độ: $x = x_0 + v.t$

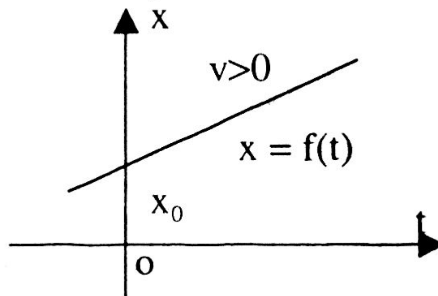
(trong đó x_0 là tọa độ của vật ở thời điểm $t = t_0$ (Hình 1.1))

Lưu ý: Trong các công thức trên, ta đã chọn các điều kiện ban đầu sao cho $t_0 = 0$

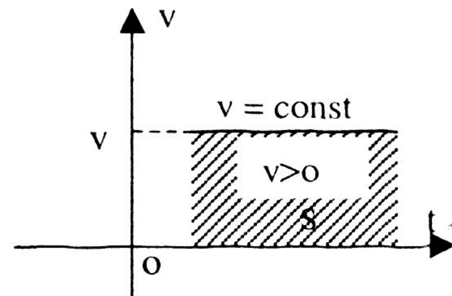
* Đồ thị của chuyển động:

\+ Đồ thị *tọa độ – thời gian* là nửa đường thẳng có hệ số góc v (Hình 1.2a)

+ Đồ thị *vận tốc – thời gian* là nửa đường thẳng song song với trục thời gian (Hình 1.2b)



(H 1.2a)



(H 1.2b)

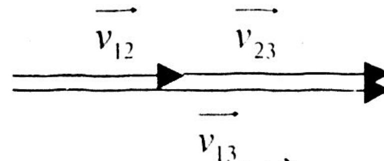
* Đơn vị trong hệ SI: [v] (m/s); [s] (m); [t] (s)

3. Công thức cộng vận tốc

$$\overrightarrow{v_{13}} = \overrightarrow{v_{12}} + \overrightarrow{v_{23}}$$

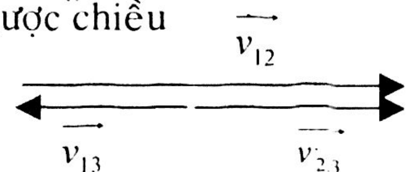
+ Khi các véc tơ $\overrightarrow{v_{12}}$ và $\overrightarrow{v_{23}}$ cùng phương, cùng chiều

$$v_{13} = v_{12} + v_{23}$$



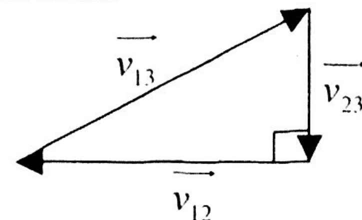
+ Khi các véc tơ $\overrightarrow{v_{12}}$ và $\overrightarrow{v_{23}}$ cùng phương, ngược chiều

$$v_{13} = v_{12} - v_{23}; \quad (v_{12} > v_{23})$$



+ Khi các véc tơ $\overrightarrow{v_{12}}$ và $\overrightarrow{v_{23}}$ vuông góc với nhau

$$v_{13} = \sqrt{v_{12}^2 + v_{23}^2}$$



II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

– Chọn gốc tọa độ, chiều dương, gốc thời gian, suy ra các điều kiện ban đầu của mỗi vật chuyển động.

– Áp dụng các công thức đã có (phù hợp với điều kiện bài toán) để tìm các đại lượng theo yêu cầu bài toán.

– Lập phương trình tọa độ của mỗi vật từ phương trình tổng quát và các điều kiện ban đầu.

– Giải phương trình này để tìm các ẩn số của bài toán (trong trường hợp bài toán cần tìm thời gian và địa điểm gặp nhau của hai vật chuyển động thẳng biến đổi đều: $x_1 = x_2$).

B. BÀI TẬP MẪU

1. Bài toán xác định quãng đường đi của chuyển động

Gợi ý phương pháp:

- Chọn chiều dương là chiều chuyển động (nếu có nhiều vật có thể chọn riêng cho từng vật).

- Áp dụng công thức đã có s = v.t (tùy thuộc vào điều kiện bài toán để giải)

Thí dụ 1.1

*Hai xe cùng chuyển động thẳng đều trên một đường thẳng. Nếu chúng đi ngược chiều nhau thì cứ sau 30 phút khoảng cách của chúng giảm đi 40km. Nếu chúng đi cùng chiều thì cứ **sau 20 phút** khoảng cách giữa chúng giảm 8km. Tính vận tốc mỗi xe.*

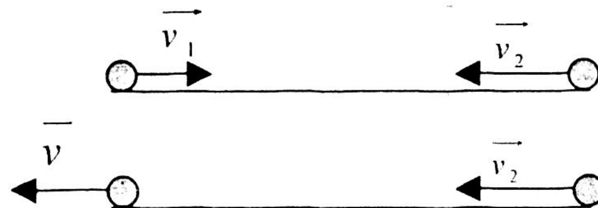
Bài giải

Cho: $t_1 = 30$ ph = 1/2h

$s'_1 = 40$km; $s'_2 = 8$km

$t_2 = 20$ph = 1/3h

Tìm: $v_1 = ?$; $v_2 = ?$



H 1.3

Phân tích

Vì hai xe cùng chuyển động trên cùng một đường thẳng nên khi chúng đi ngược chiều nhau thì độ giảm khoảng cách giữa chúng bằng tổng quãng đường hai vật đi được trong thời gian ấy. Khi hai chuyển động cùng chiều, độ giảm khoảng cách giữa chúng bằng hiệu quãng đường mà hai vật đi được trong thời gian đó. Như vậy, từ chỗ biết tổng hai quãng đường đi được sau thời gian t_1 và hiệu hai quãng đường đi được sau thời gian t_2 ta có thể tìm vận tốc của hai chuyển động khi biết tổng và hiệu của chúng.

Giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của mỗi xe, t là thời gian chuyển động, quãng đường đi được sẽ là: s = v.t

Theo bài ra ta có: $s'_1 = s_1 + s_2 = (v_1 + v_2)t_1 \Rightarrow \dfrac{v_1 + v_2}{2} = 40$ (km)

$$s'_2 = s_2 - s_1 = (v_2 - v_1)t_2 \Rightarrow \dfrac{v_2 - v_1}{2} = 8 \text{ (km)}$$

Suy ra: $\begin{cases} v_1 + v_2 = 80 \\ v_2 - v_1 = 16 \end{cases} \Rightarrow v_1 = 32km/h$ *và* $v_2 = 48km/h$

Đáp số: $v_1 = 32km/h$; $v_2 = 48km/h$

Thí dụ 1.2

Một ôtô chuyển động thẳng đều song song cùng chiều với tầu hỏa. Người lái xe nhận thấy khoảng thời gian kể từ lúc ôtô gặp điểm cuối của đoàn tàu tới lúc ôtô vượt qua đầu của tầu là 30s. Vận tốc của ôtô là v_1 = 54km/h và của tàu là v_2 = 36km/h. Tính chiều dài của đoàn tàu.

Bài giải

Cho: t = 30s

v_1 = 54km/h = 15m/s

v_2 = 36km/h = 10m/s

Tìm: L =?

H 1.4

Phân tích

Bài toán cho biết hai vật chuyển động trên cùng một đường thẳng và cùng chiều nên khoảng cách tương đối giữa hai chuyển động sau thời gian t bằng đúng hiệu hai quãng đường đi được của hai chuyển động trong thời gian chúng chuyển động (H1.4). Như vậy bài toán trở thành tính quãng đường đi được khi biết hiệu các vận tốc của chuyển động.

Giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của cả xe và tàu. Quãng đường tàu và xe đi được trong thời gian t được tính theo:

$$s = vt$$

Theo bài ra ta có: $L = s_1 - s_2 = (v_1 - v_2)t$

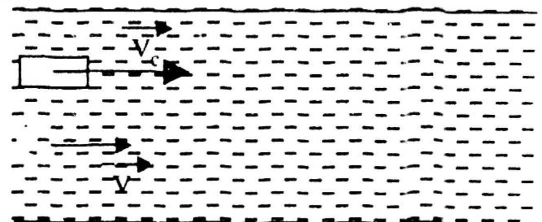
Vậy $L = (15 - 10).30 = 150$ (m)

Đáp số: *L = 150m*

Thí dụ 1.3

Một canô chạy trên một đoạn sông thẳng từ bến A đến bến B rồi lập tức quay ngược trở lại bến A. Khoảng cách giữa hai bến là l = 1500m. Tốc kế của canô chỉ giá trị không đổi v_c trong suốt cuộc hành trình. Một chiếc phao bị rơi xuống sông tại A đúng lúc canô khởi hành và trôi theo dòng nước với vận tốc không đổi v = 1m/s so với bờ sông (H1.5). Phao gặp canô trên đường canô trở về từ B và sau thời gian 500s kể từ khi khởi hành. Xác định số chỉ của tốc kế theo km/h.

A B



(H 1.5)

Bài giải

Cho: l = 1500m = 1,5km

v = 1m/s = 3,6 km/h; t = 500s

Xác định v_c =?

Phân tích

Khi đi từ A đến B hay từ B trở về A canô đều tham gia đồng thời hai chuyển động thẳng đều cùng phương: một chuyển động của canô so với dòng nước (xem là đứng yên) và một chuyển động trôi theo dòng nước bằng vận tốc nước chảy. Hai chuyển động trên cùng chiều khi canô xuôi dòng và ngược chiều khi canô ngược dòng. Đối với phao, khi bị rơi xuống sông phao chỉ tham gia 1 chuyển động trôi theo dòng nước.

Vì canô gặp phao trên đoạn từ B trở về A, do đó phao trôi theo dòng nước hướng từ A đến B. Như vậy, khi đi từ A đến B canô xuôi dòng nên vận tốc canô so với bờ sông là $(v_c + v)$ và ngược lại, khi trở về từ B đến A vận tốc của canô là $(v_c - v)$.

Giải

Quãng đường phao trôi được trong thời gian 500s là:

$$s = v.t = 1 \times 500 = 500m$$

Thời gian canô đi từ A đến B là:

$$t_1 = l/(v_c + v)$$

Thời gian canô trở về gặp phao là:

$$t_2 = (l - s)/(v_c - v)$$

Theo bài ra ta có: $t_1 + t_2 = 500$

Vì vậy: $$\frac{l}{(v_c + v)} + \frac{(l - s)}{(v_c - v)} = 500 = \frac{1500}{(v_c + 1)} + \frac{(1500 - 500)}{(v_c - 1)}$$

$$\Rightarrow v_c = 5m/s = 18km/h$$

***Đáp số:** $v_c = 18km/h$*

<u>Chú thích:</u> Ngoài cách giải trên, bài tập này còn có thể giải bằng cách dùng khái niệm vận tốc tương đối: vận tốc tương đối của một vật so với vật kia (chọn làm mốc) khi các chuyển động cùng chiều là $v = v_A + v_B$ và khi chuyển động ngược chiều là $v = v_A - v_B$ từ đó viết phương trình tổng quát và giải ta cũng có kết quả trên.

2. Xác định thời điểm, vị trí gặp nhau của các chuyển động

Gợi ý phương pháp:

+ Chọn gốc tọa độ, gốc thời gian, chiều dương. Suy ra các điều kiện ban đầu $(x_0, v_0, t_0...)$

+ Áp dụng phương trình tổng quát để lập phương trình chuyển động của mỗi vật: $x = x_0 + s$

+ Khi hai vật gặp nhau: $x_1 = x_2$

+ Giải phương trình để tìm thời gian và địa điểm gặp nhau

Lưu ý: trong nhiều bài toán, có thể phương trình chuyển động bậc hai đối với t, trong trường hợp nếu nghiệm phương trình có giá trị âm ($t < 0$) thì ta chỉ lấy các nghiệm có giá trị dương.

Thí dụ 1.4

Lúc 8 giờ sáng, một ôtô khởi hành từ TP. Hồ Chí Minh đi Vũng Tàu với vận tốc không đổi $v_1 = 36km/h$ (H1.6). *Ở thời điểm đó một xe đạp khởi hành từ Vũng Tàu đi về phía TP. Hồ Chí Minh với vận tốc không đổi $v_2 = 5m/s$. Coi đường TP. Hồ Chí Minh – Vũng Tàu là thẳng và dài 100km. Hãy xác định:*

a. Thời điểm ôtô và xe đạp gặp nhau

b. Nơi gặp nhau cách Vũng Tàu bao nhiêu kilômét

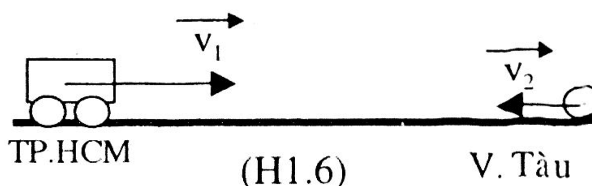
Bài giải

Cho: $v_1 = 36km/h$; $s = 100km$

$v_2 = 5m/s = 18km/h$

Hỏi: a) thời điểm gặp nhau

b) nơi gặp nhau



(H1.6)

Phân tích

Bài toán cho hai chuyển động trên cùng một đường thẳng, xuất phát cùng một thời gian nhưng chuyển động của hai xe ngược chiều nhau để đi đến gặp nhau, vì vậy đối với dạng bài này ta chọn một gốc tọa độ chung, gốc thời gian chung, chiều dương cho cả hai xe khi đó tọa độ ban đầu của một trong hai xe bằng 0 và xe còn lại bằng đúng khoảng cách giữa địa điểm xuất phát của hai xe. Vận tốc xe chuyển động theo chiều được chọn mang giá trị dương (+v) và xe còn lại sẽ mang giá trị âm (-v).

Giải:

– Chọn gốc tọa độ tại TP.HCM (nơi xuất phát của ôtô)

– Chiều dương từ TP.HCM đi Vũng Tàu

– Gốc thời gian lúc 8 giờ (lúc các xe xuất phát)

Phương trình chuyển động của các xe là:

* Xe ôtô ($x_{01} = 0$; $t_{01} = 0$) $\Rightarrow$ $x_1 = 36t$

* Xe đạp ($x_{02} = 100km$; $t_{02} = 0$) $\Rightarrow$ $x_2 = 100 - 18t$

Khi hai xe gặp nhau: $x_1 = x_2 \rightarrow 36t = 100 - 18t$

a. Thời điểm gặp nhau: $t \simeq 1{,}85\ h = 1h51$

b. Ví trí gặp nhau: $x_1 = x_2 = 66{,}6km$

Vậy thời điểm gặp nhau của ô tô và xe đạp lúc 9h51ph và cách Vũng Tàu 33,4 km.

Đáp số: $t = 9h51ph$; $s = 33,4km$

Thí dụ 1.5

*Chuyến tàu **SE1** đi Thành phố Hồ Chí Minh rời ga Hà Nội lúc 10 giờ trưa với vận tốc $v_1 = 0,6$ km/ph. Sau khi chạy được 50ph tàu dừng lại 10ph tại 1 ga dọc đường rồi tiếp tục chạy với vận tốc v_1. Lúc 11 giờ trưa một ô tô từ ga Hà Nội đuổi theo tàu với vận tốc $v_2 = 51km/h$ (xem đường ô tô và đường tàu là song song với nhau và thẳng). Hãy xác định:*

a) Thời điểm ô tô đuổi kịp tàu

b) Địa điểm ô tô gặp tàu

Bài giải

Cho: $v_1 = 0,6km/ph = 36km/h$

$s_1 = 50$ km ($t_1 = 10$ ph $= 1/6$ h)

$v_2 = 51km/h$

Xác định: a) thời điểm ôtô đuổi kịp tàu

b) địa điểm ôtô gặp tàu

Phân tích

Hai chuyển động xuất phát cùng một địa điểm và ở hai thời điểm khác nhau, chi tiết của các chuyển động có khác nhau, nhưng vì hai chuyển động cùng chiều và trên cùng một đường thẳng nên khoảng cách giữa tầu và xe ôtô bằng hiệu hai quãng đường đi được của hai chuyển động trong cùng thời gian t. Như vậy, các yêu cầu của bài toán như thời gian và địa điểm gặp nhau của tầu và ôtô có thể xác định được thông qua việc giải hệ các phương trình tọa độ của hai chuyển động bằng cách chọn gốc tọa độ, gốc thời gian một cách hợp lí cho các phương trình.

Giải

Chọn gốc tọa độ tại ga Hà Nội, chiều dương từ Hà Nội – Tp.HCM, gốc thời gian lúc 11h (như vậy $t_{01} = 1h$; $t_{02} = 0h$)

Tính đến thời điểm 11h, khi xe ôtô xuất phát thì tàu SE1 đã đi được quãng đường: $x_{01} = 36 \times 50 = 30km$

Các phương trình chuyển động

Tầu hoả: $x_1 = x_{01} + 36t = 30 + 36t$

Ôtô: $x_2 = 51t$

a. Thời điểm ôtô đuổi kịp tàu $x_1 = x_2 \rightarrow 30 + 36t = 51t$

$t = 2h$ (tức là lúc 13h chiều)

b. Địa điểm gặp nhau cách Hà Nội $x_1 = x_2 = 102km$

Đáp số: *$t = 2h$; $x_1 = x_2 = 102km$*

3. Vẽ đồ thị – Dùng đồ thị để giải bài toán chuyển động

Gợi ý phương pháp:

+ Dựa vào phương trình, xác định các điểm trên đồ thị bằng cách lập một bảng trị số.

+ Vẽ đồ thị theo bảng trị số đã có. Dạng của đồ thị phụ thuộc vào tính chất của chuyển động.

– Đồ thị hướng lên ($v > 0$) vật chuyển động theo chiều dương

– Đồ thị hướng xuống ($v < 0$) chuyển động ngược chiều dương.

– Hai đồ thị song song: hai chuyển động có cùng vận tốc

– Hai đồ thị cắt nhau: lúc và nơi hai vật gặp nhau

Thí dụ 1.6

Hai ôtô xuất phát từ hai thành phố Hà Nội và Hải phòng cách nhau 100km (H1.7). *Ôtô khởi hành từ Hà Nội đi Hải Phòng lúc 8 giờ với vận tốc 30km/h, ôtô xuất phát từ Hải Phòng đi Hà Nội chậm hơn một giờ và có vận tốc là 40km/h.*

Hãy viết phương trình tọa độ – thời gian của chuyển động và vẽ đồ thị x – t của chúng.

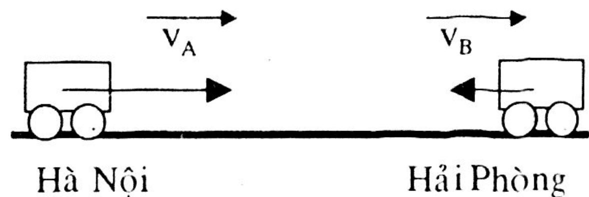
Bài giải

Cho: $l = 100km$;

$v_A = 30km/h; v_B = 40km/h.$

$t_{0A} = 8h$; $t_{0B} = 9h$

$x_A = ?$; $x_B = ?$; vẽ đồ thị



(H1.7)

Phân tích

Hai ôtô cùng chuyển động trên 1 đường thẳng nhưng xuất phát không cùng một nơi và cùng một lúc, do đó việc chọn gốc toạ độ và gốc thời gian sẽ ảnh hưởng đến kết quả của bài toán.

Thường để đơn giản, ta chọn gốc toạ độ nơi xe A xuất phát; gốc thời gian lúc 8h và chiều dương từ Hà Nội – Hải Phòng.

* Xe A có: $t_{0A} = 0$; $x_{0A} = 0$ và $v_A = +30km/h$

* Xe B có: $x_{0B} = 100km$ và $t_{0B} = 1h$ và $v_B = -40km/h$.

Giải

a) Chọn trục tọa độ Ox là đường thẳng từ Hà Nội – Hải Phòng, gốc O tại Hà Nội. Chiều dương từ Hà Nội – Hải phòng.

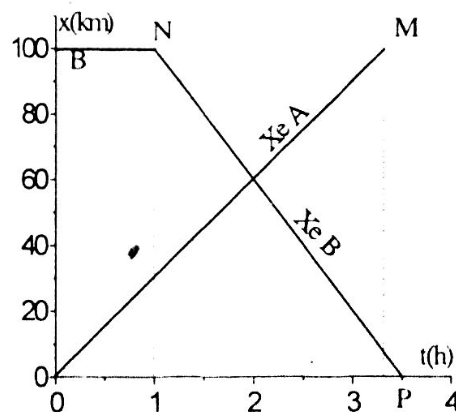
+ Chọn gốc tính thời gian là lúc 8 giờ:

+ Phương trình tọa độ xe A là: $x_A = x_{0A} + v_A t = 30t$

+ Phương trình tọa độ xe B là:

$x_B = x_{0A} + v_B t = 100 - 40t$

b) Đồ thị x – t của chuyển động trong hệ tọa độ tOx (H1.8).



(H1.8)

+ Đồ thị xe A là đường thẳng OM xuất phát từ gốc O đến B sau 3,33h.

+ Đồ thị xe B gồm 2 đoạn BN và NP:

$x_B = 100$ $(0 \le t \le 1)$

$x_B = 100 - 40t$ $(1 \le t \le 3{,}5)$

Thí dụ 1.7

Ở đồ thị ở hình bên các khoảng thời gian nào vật chuyển động thẳng đều. Viết phương trình tọa độ ứng với giai đoạn đó.

Bài giải

Cho: Dạng của đồ thị

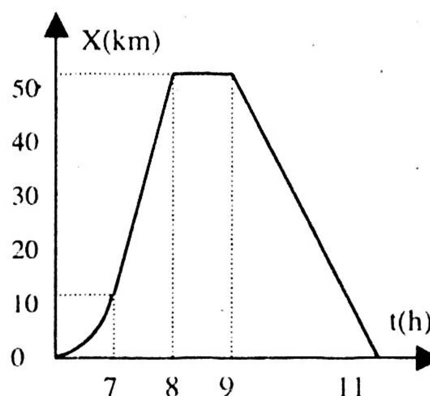
Tìm: $x_1 = ?$; $x_2 = ?$

Phân tích:

Phương trình tọa độ của chuyển động thẳng đều có dạng:

$$x = x_0 + vt$$

Đây là một phương trình bậc nhất, vì vậy đồ thị mô tả mối quan hệ tọa độ theo thời gian trong hệ tọa độ *x – t* là một nửa đường thẳng có hệ số góc là *v*.



(H1.9)

Giải

Trên đồ thị (H1.9), đoạn từ gốc tọa độ đến 7h có dạng parabol ứng với chuyển động nhanh dần đều.

+ Đoạn 7h đến 8h ứng với vật chuyển động thẳng đều có $x_0 = 10km$ và vận tốc $v_1 = \dfrac{50-10}{1} = 40km/h$, vì vậy phương trình chuyển động là: $x_1 = 10 + 40(t - 7)$.

+ Đoạn từ 8h đến 9h đồ thị nằm ngang nên vật dừng lại.

+ Đoạn từ 9h đến 11h vật chuyển động thẳng đều bắt đầu từ điểm x_0 = 50km với vận tốc $v_2 = \frac{-50}{2} = -25km/h$ quay trở lại điểm ban đầu (gốc tọa độ), phương trình của chuyển động là:

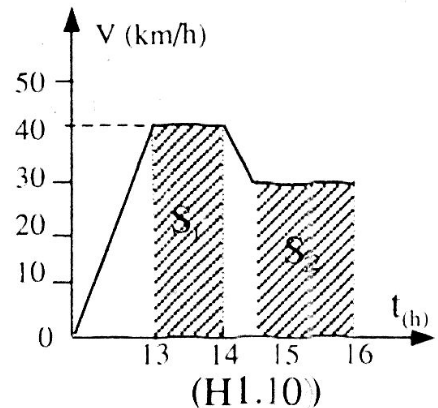
$$x_2 = 50 - 25(t - 9).$$

Đáp số: *Đoạn 7h – 8h với* $x_1 = 10 + 40(t - 7)$

Đoạn 9h – 11h với $x_2 = 50 - 25(t - 9)$

Thí dụ 1.8

Ở đồ thị hình (H1.10), *các khoảng thời gian nào vật chuyển động thẳng đều. Dựa vào diện tích của đồ thị các khoảng đó để tính độ dài quãng đường đi được trong từng khoảng của chuyển động.*



(H1.10)

Bài giải

Cho: dạng của đồ thị

Tìm: s_1=?; s_2 =?

Phân tích

Theo định nghĩa chuyển động thẳng đều, phương trình mô tả mối quan hệ vận tốc theo thời gian là v = const, vì vậy trong hệ tọa độ $v - t$ đường biểu diễn *vận tốc* của chuyển động thẳng đều là nửa đường thẳng song song với trục hoành.

Quãng đường đi được $s = vt$ được mô tả bằng diện tích hình chữ nhật được giới hạn bởi hai cạnh v và t.

Giải

Trên đồ thị hình bên, hai đoạn từ 13h – 14h và 14h30ph – 16h ứng với vật chuyển động thẳng đều. Quãng đường đi được của chuyển động bằng diện tích hình chữ nhật giới hạn bởi hai cạnh v (0 – 40), (0 – 30) và t (13 – 14), (14,5 – 16) (phần gạch chéo).

$s_1 = 40 \times (14 - 13) = 40km$ $\qquad$ $s_2 = 30 \times (16 - 14,5) = 45km$

Đáp số: $s_1 = 40km$; $s_2 = 45km$

4. Chuyển động của vật trong các hệ quy chiếu khác nhau

Gợi ý phương pháp:

– Chọn hệ quy chiếu thích hợp.

– Áp dụng công thức cộng vận tốc để xác định vận tốc của vật trong hệ quy chiếu đã chọn.

+ Nếu chuyển động cùng phương các vận tốc cộng hoặc trừ nhau.

+ Nếu chuyển động khác phương: dựa vào giản đồ véctơ và các tính chất hình học hay lượng gác để xác định giá trị các véctơ.

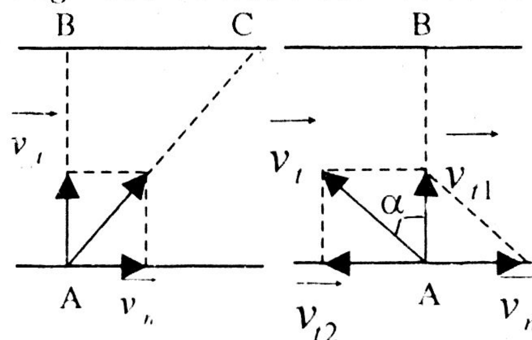
- Lập các phương trình theo đề bài để tìm các đại lượng theo yêu cầu của bài toán.

Thí dụ 1.9

Một người chèo thuyền sang ngang một dòng sông từ bến A đến bến B. AB vuông góc với dòng sông. Nếu người đó giữ cho mũi thuyền luôn luôn theo hướng AB thì sau một thời gian t_1 = 10 phút, thuyền sẽ tới điểm C ở bờ bên kia cách B một đoạn s = 120m về phía xuôi dòng. Nếu người ấy giữ cho mũi thuyền luôn luôn chếch một góc α so với hướng AB về phía ngược dòng thì sau t_2 = 12,5 phút thuyền sẽ tới dúng điểm B. Hãy tìm:

a. *Chiều rộng của dòng sông*
b. *Vận tốc của thuyền đối với nước*
c. *Vận tốc của nước chảy đối với bờ sông*
d. *góc α*

Coi vận tốc của thuyền đối với dòng nước và nước đối với bờ sông là không đổi.



(H 1.11a) (H 1.11b)

Bài giải

Cho: s = 120m; t_1 = 10ph

t_2 = 12,5ph

Tìm: L =?; v_t =?; v_n =?; α=?

Phân tích

Trong cả hai trường hợp đi và về thuyền đều đồng thời tham gia hai chuyển động: Một chuyển động so với dòng nước với vận tốc v_t và một chuyển động trôi theo dòng nước với vận tốc v_n. Tổng hợp hai chuyển động này là chuyển động của thuyền so với bờ sông $\vec{v} = \vec{v_t} + \vec{v_n}$. Phương của vận tốc v cho ta biết phương của chuyển động tổng hợp của thuyền. Trong trường hợp thứ nhất chuyển động tổng hợp của thuyền theo hướng AC (H1.11a), trường hợp thứ hai theo hướng AB (H1.11b).

Giải

* Trường hợp 1 (thuyền tới C sau thời gian t_1)

Đường đi của thuyền sang ngang theo hướng AB = L ta có:

$$L = v_t t_1 \qquad (1)$$

Đường đi của thuyền trôi theo dòng nước là BC = s

$$s = v_n t_1 \qquad (2)$$

* Trường hợp thứ 2 (thuyền tới B sau thời gian t_2)

Phân tích vận tốc v_t thành hai thành phần: $v_{t1} = v_t\cos\alpha$ theo hướng AB và $v_{t2} = v_t\sin\alpha$ theo phương dòng nước, ta có:

$$L = v_t\cos\alpha.\, t_2 \qquad (3)$$

Thành phần $v_{t2} = v_t\sin\alpha$ bằng và ngược chiều với với vận tốc v_n vì vậy thuyền không bị trôi theo dòng nước.

$$v_n = v_t\sin\alpha \qquad (4)$$

Giải hệ 4 phương trình trên ta có:

$$L = \frac{st_2}{\sqrt{t_2^2 - t_1^2}} = 200m\,;\; v_t = \frac{L}{t_1} = 20m/ph$$

$$v_n = \frac{s}{t_1} = 12m/ph\,;\; \sin\alpha = v_n/v_t = 0{,}6 \Rightarrow \alpha = 36^0 52'$$

Đáp số: *$L = 200m$; $v_t = 20m/ph$; $v_n = 12m/ph$; $\alpha = 36^0 52'$*

Thí dụ 1.10

Một thuyền máy chuyển động xuôi dòng sông với vận tốc 12 km/h. Gió thổi vuông góc với dòng sông. Người trên thuyền nhìn thấy ngọn cờ cắm đầu mũi thuyền tạo với phương chuyển động của thuyền 1 góc 30^0(H1.12). Hãy tính vận tốc của gió.

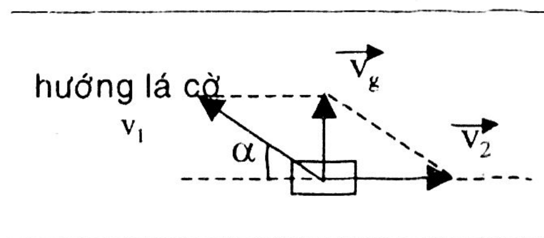
Bài giải:

Cho: $v_t = 12km/h = v_2$

$\alpha = 30^0$

Tìm: $v_1 = ?$

Phân tích



(H 1.12)

Theo bài ra thì ta mới biết hướng của vận tốc gió $\vec{v}_1$ (hướng của lá cờ chếch 1 góc 30^0 so với hướng chuyển động của thuyền). Vận tốc của thuyền so với bờ sông là $\vec{v}_2$. Như vậy, vận tốc của gió $\vec{v}_g$ so với bờ sông sẽ là tổng hợp của vận tốc gió so với thuyền và vận tốc của thuyền so với bờ sông có hướng vuông góc với bờ sông. Ta dựng hình bình hành có hai cạnh là v_1 và v_2.

Giải

Xét tam giác vuông OV_gV_2 và OV_gV_1 có góc 30^0 ta có :

$$v_g = \frac{v_1}{2} \quad \text{và} \quad v_2 = \frac{v_1\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \quad v_g = \frac{v_2}{\sqrt{3}} = \frac{v_2\sqrt{3}}{3} = \frac{12.\sqrt{3}}{3} \simeq 6,928 km/h$$

Đáp số: *$v_g \simeq 6,928$ km/h*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

1.11

Hai ôtô chuyển động đều trên đường thẳng theo cùng chiều. Ôtô tải có vận tốc 36km/h, ôtô con có vận tốc 54km/h nhưng khởi hành sau ôtô tải 1 giờ.

a. Viết phương trình tọa độ cho mỗi ôtô

b. Tính khoảng cách từ điểm khởi hành đến điểm gặp nhau

c. Vẽ đồ thị trong hệ tọa độ $x - t$ của hai ôtô.

* *Hướng dẫn và đáp số.* Chọn gốc tọa độ tại điểm khởi hành, gốc thời gian lúc xe tải khởi hành. Phương trình tọa độ của các xe là:

xe ôtô tải: $x_1 = 36t$

xe ôtô con: $x_2 = 0$ *($0 < t < 1h$)* và $x_2 = 54(t - 1)$ *($t > 1h$)*

Hai xe gặp nhau khi $x_1 = x_2 = 108$km

1.12

Hai đoàn tàu chuyển động ngược chiều nhau trên hai đường ray song song với nhau với cùng vận tốc 36km/h. Người ngồi trên đoàn tàu 2 thấy đoàn tàu 1 đi qua trước mắt mình trong 4 giây. Tính chiều dài của đoàn tàu 1.

Đáp số: *$l = 80m$*

Hướng dẫn: Vận tốc của người quan sát ngồi trên đoàn tàu 2 đối với mặt đất là tổng hợp của vận tốc người đó so với đoàn tàu 1 và đoàn tàu 1 so với đất. Áp dụng tính chất cộng vận tốc ta có:

$$\overrightarrow{v_{20}} = \overrightarrow{v_{21}} + \overrightarrow{v_{10}}$$

trong đó v_{20} và v_{10} ngược chiều và có cùng độ lớn, từ đó suy ra:

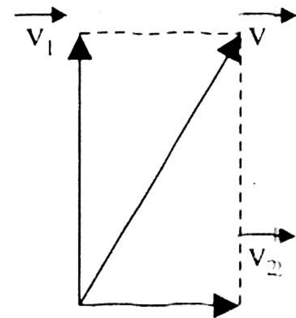
$$v_{21} = 2v_{10} = 20m/s.$$

Chiều dài đoàn tàu 1 sẽ là: $l = v_{21}.t = 20m \times 4s = 80m$

1.13

Một cần cẩu nâng một kiện hàng, trong 2 phút kiện hàng được nâng cao 18m đồng thời dịch từ trái sang phải 6m. Tính độ lớn vận tốc kiện hàng đối với mặt đất (coi là chuyển động thẳng đều).

Đáp số: $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 0,158\ m/s$



(H1.13

Hướng dẫn: Theo (H1.13)

– Vận tốc đi lên v_1=18/120 =0,15m/s

– Vận tốc đi ngang v_2 = 6/120 = 0,05m/s

$\Rightarrow$ v = $\sqrt{v_1^2 + v_2^2}$ = 0,158m/s

1.14

Lúc 7 giờ sáng, một người đi xe đạp từ A đến B với vận tốc 15km/h. a) Lập phương trình chuyển động của xe đạp.

b) Lúc 11 giờ thì người đi xe đạp ở vị trí nào?

Đáp số: $x = 15t$; $x = 60km$

1.15

Một xuồng máy đi trong nước yên lặng với vận tốc 30km/h. Khi xuôi dòng từ A đến B mất 2h và khi ngược dòng từ B về A mất 3h. Hãy tìm: a) Quãng đường AB

b) Vận tốc dòng nước so với bờ sông

Đáp số: $S_{AB} = 72km$; $v_{23} = 6km/h$

1.16

Hai bến sông A và B cách nhau 70km, một canô khi xuôi dòng AB nhanh hơn 48 phút so với khi ngược dòng BA. Giả sử vận tốc của canô so với bờ sông lúc nước yên lặng là 30km/h.

a) Tính vận tốc của dòng nước

b) Tính tổng thời gian canô khi đi hết một vòng

Đáp số: $v = 5km/h$; $t = 4,8h$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.17

Trong các phương trình dưới đây phương trình nào là phương trình tọa độ của chuyển động thẳng đều với vận tốc 4m/s

A. $v = 5 - 4(t - 6)$ B. $x = (t - 5)/2$

C. $s = 2/t$ D. $x = 5 - 4(t - 4)$

1.18

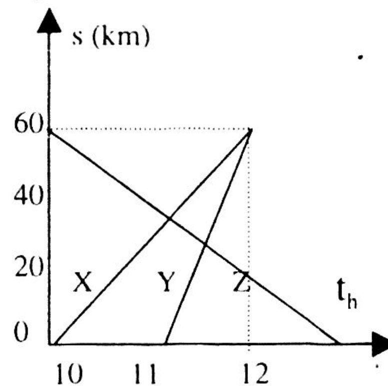
Hình vẽ (H1.14) gồm 3 đồ thị tọa độ của 3 xe X, Y, Z chạy trên cùng một đường thẳng. Dựa vào các đồ thị đó, hãy cho biết:

a. Xe nào cùng khởi hành với xe X

b. Xe nào chạy ngược chiều với xe X

c. Xe nào chuyển động nhanh nhất

d. Khoảng thời gian mà xe Y phải chạy để đến gặp X:



(H1.14

A. a) xe Z ; b) xe Z; c) xe Y; d) 1h

B. a) xe Y ;b) xe Y; c) xe X; d) 12h

C. a) xe Y và Z ; b) xe Y; c) xe Z; d) 2h

D. a) xe Z ; b) xe Y; c) xe X; d) 11h

1.19

Cùng một lúc tại hai bến xe A và B cách nhau 12km có hai ôtô chạy cùng chiều trên đoạn đường thẳng qua A và B theo hướng từ A đến B. Vận tốc ôtô chạy từ A là 60 km/h và của ôtô chạy từ B là 54 km/h. Chọn bến xe A là mốc, thời điểm xuất phát của hai ôtô là mốc thời gian và chiều dương từ A đến B.

Viết phương trình tọa độ của mỗi ô tô trên quãng đường này.

A. Ôtô chạy từ A: $x_A = 60t$; Ôtô chạy từ B: $x_B = 12 + 54t$

B. Ôtô chạy từ A: $x_A = 12 + 60t$; Ôtô chạy từ B: $x_B = -54t$

C. Ôtô chạy từ A: $x_A = 60t$; Ôtô chạy từ B: $x_B = 12 - 54t$

D. Ôtô chạy từ A: $x_A = -60t$ Ôtô chạy từ B: $x_B = 12 + 54t$

1.20

Cùng một lúc tại hai bến xe cách nhau 102 km có hai ôtô chạy ngược chiều nhau trên đoạn AB. Vận tốc của ôtô chạy từ A là 54 km/h và của ôtô chạy từ B là 48km/h. Chọn bến xe A làm gốc tọa độ, thời điểm

xuất phát của hai ôtô làm mốc thời gian và chọn chiều dương là chiều từ A đến B. Viết phương trình tọa độ, thời gian hai ôtô gặp nhau và địa điểm gặp nhau (cách A) của hai ôtô trên đoạn đường này.

A. Ôtô chạy từ A: $x_A = 54t$; Ôtô chạy từ B: $x_B = 102 + 48t$
thời gian gặp nhau: 1h30ph; điểm gặp nhau cách A 81km

B. Ôtô chạy từ A: $x_A = 102 + 54t$; Ôtô chạy từ B: $x_B = -48t$
thời gian gặp nhau: 1h20ph; điểm gặp nhau cách A 72km

C. Ôtô chạy từ A: $x_A = 54t$. Ôtô chạy từ B: $x_B = 102 - 48t$
thời gian gặp nhau: 1h00ph; điểm gặp nhau cách A 54km

D. Ôtô chạy từ A: $x_A = -54t$. Ôtô chạy từ B: $x_B = 102 + 48t$
thời gian gặp nhau: 1h10ph; điểm gặp nhau cách A 63km

Chủ đề 2: CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Chuyển động biến đổi – biến đổi đều

* Quỹ đạo là một đường thẳng

* Vận tốc trung bình $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{\sum \bar{v}_i t_i}{\sum t_i}$; $\overrightarrow{v_{tb}} = \frac{\vec{s}}{t}$

* Vận tốc tức thời $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$; $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$

(véc tơ vận tốc tức thời cùng phương, cùng chiều với chuyển động)

* Gia tốc a không đổi $\vec{a} = \frac{\overrightarrow{v_2} - \overrightarrow{v_1}}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

Gia tốc là đại lượng véctơ có điểm đặt ở vật, cùng phương cùng chiều với véctơ $\overrightarrow{\Delta v}$ và có độ lớn: $a = \frac{v_t - v_0}{\Delta t}$

Chú ý: Nếu chọn chiều dương là chiều chuyển động:

+ Đối với chuyển động thẳng biến đổi đều $\vec{a} = const$

+ Đối với chuyển động nhanh dần đều $a > 0$

+ Đối với chuyển động chậm dần đều $a < 0$

* Vận tốc v: tăng, giảm đều theo thời gian: $v = v_0 + at$

(v_0 là vận tốc tại thời điểm $t = t_0$; v là vận tốc tại thì điểm t)

+ Nhanh dần đều khi $\vec{a}$ cùng chiều với $\vec{v_0}$ ($av_0 > 0$)

+ Chậm dần đều khi $\vec{a}$ ngược chiều với $\vec{v_0}$ ($av_0 < 0$)

* Đường đi: $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ ($t_0 = 0$)

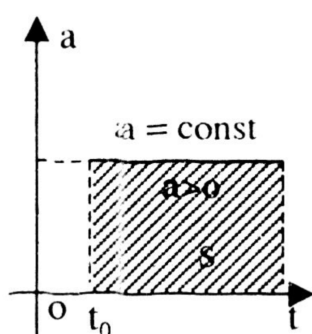
* Tọa độ: $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$

(Nếu chọn gốc tọa độ trùng với vị trí ban đầu thì $x_0 = 0$)

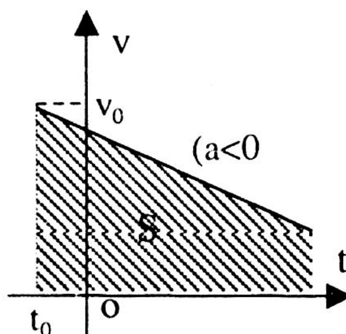
* Công thức liên hệ giữa a, s, v: $v^2 - v_0^2 = 2as$

+ Nếu chuyển động nhanh dần đều có $v_0 = 0$ thì vận tốc cuối đoạn đường là $v_t = \sqrt{2as}$

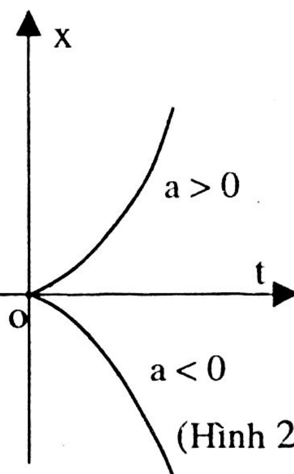
+ Nếu chuyển động chậm dần đều: khi vật dừng lại (v = 0) thì quãng đường vật đi được là $s = -\frac{v_0^2}{2a}$



(Hình 2.1a)



(Hình 2.1b)



(Hình 2.1c)

* Đồ thị của chuyển động

+ Đồ thị *gia tốc theo thời gian* là đường thẳng song song với trục thời gian (H2.1a)

+ Đồ thị *vận tốc theo thời gian* là nửa đường thẳng có hệ số góc là a (H2.1b)

+ Đồ thị *tọa độ theo thời gian* là một đường Parabol (H2.1c)

2. Sự rơi tự do

* Là sự rơi theo phương thẳng đứng chỉ dưới tác dụng của trọng lực, quỹ đạo là một đường thẳng đứng

* Gia tốc của mọi vật rơi tự do tại một nơi đều bằng $g \approx 9{,}82 m/s^2$

* Vận tốc rơi: $v = gt$

* Đường đi: $s = \frac{1}{2}gt^2$

3. Công thức cộng gia tốc

$$\overrightarrow{a_{13}} = \overrightarrow{a_{12}} + \overrightarrow{a_{23}}$$

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

– Chọn gốc tọa độ, chiều dương, gốc thời gian, suy ra các điều kiện ban đầu của mỗi vật chuyển động.

– Áp dụng các công thức đã có (phù hợp với điều kiện bài toán).

– Lập phương trình tọa độ của mỗi vật từ phương trình tổng quát.

(trong trường hợp bài toán gặp nhau của hai vật chuyển động thẳng biến đổi đều – khi hai vật gặp nhau $x_1 = x_2$).

– Giải phương trình này để tìm các ẩn số của bài toán.

* Đồ thị của chuyển động.

+ Dựa vào phương trình, xác định các điểm trên đồ thị bằng cách lập một bảng biến thiên.

+ Vẽ đồ thị theo bảng biến thiên đã có, dạng của đồ thị phụ thuộc vào tính chất của chuyển động.

- Đồ thị $a - t$ là đường thẳng song song với trục thời gian.
- Đồ thị $v - t$ là đường thẳng có độ dốc là a.
- Đồ thị hướng lên khi a > 0, hướng xuống khi a < 0 và nằm ngang khi a = 0, hai đồ thị song song cho biết hai chuyển động có cùng gia tốc, đồ thị cắt trục thời gian khi vật dừng lại.
- Đồ thị $x - t$ là một đường parabol, giao điểm hai đồ thị là thời điểm và vị trí gặp nhau.

B. BÀI TẬP MẪU

1. Lập phương trình chuyển động – Xác định thời gian và địa điểm gặp nhau của hai chuyển động

Thí dụ 2.1

Hai xe chuyển động nhanh dần đều trên cùng một đường thẳng để đi đến gặp nhau. Gia tốc của cả hai xe đều có trị số tuyệt đối là $2m/s^2$. Tại thời điểm quan sát ($t = 0$) vật 1 tại vị trí A có vận tốc $v_A = 2m/s$ hướng từ

A đến B. Vật hai có vị trí tại B cách A 75m và đang có vận tốc 3m/s hướng từ B đến A (H2.1)

a.) Viết phương trình tọa độ – thời gian *của mỗi vật.*

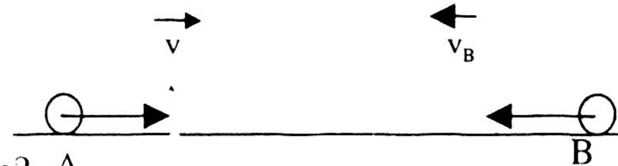
b.) Sau bao lâu thì hai vật gặp nhau và gặp nhau tại điểm cách A bao nhiêu?

Bài giải

Cho: $a = 2m/s^2$; $v_A = 2m/s$

$AB = 75m$; $v_B = 3m/s$

$x_A = ?$; $x_B = ?$; địa điểm gặp nhau?



H2.1

Phân tích

Hai chuyển động trên cùng một đường thẳng và xuất phát cùng một thời gian, chuyển động của hai xe ngược chiều, với dạng bài này ta chọn một gốc tọa độ chung, gốc thời gian chung, chiều dương cho cả hai xe. Tọa độ ban đầu của một trong hai xe bằng 0, xe còn lại bằng khoảng cách giữa hai điểm A và B, vận tốc của một xe mang giá trị dương (+) và xe còn lại sẽ mang giá trị âm (–).

Giải

Chọn trục tọa độ trùng với AB gốc tại A, chiều dương từ A đến B, gốc thời gian lúc xuất phát của hai xe.

a. Phương trình *tọa độ – thời gian* của các xe là:

xe A: $x_A = 2t + t^2$

xe B: $x_B = 75 - 3t - t^2$

b. Hai xe gặp nhau khi: $x_A = x_B \Rightarrow 2t + t^2 = 75 - 3t - t^2$

Hay: $2t^2 + 5t - 75 = 0$

Phương trình bậc hai có: $\Delta = 25 + 4.2.75 = 625 \Rightarrow t = \dfrac{-5 \pm 25}{4}$

Không nhận nghiệm có giá trị nhỏ thua 0 vì t không âm, chỉ lấy nghiệm thích hợp là: $t = 5s$

Địa điểm gặp nhau cách A là: $x_A = 2.5 + 5^2 = 35m$

Đáp số: *$t = 5s$; $x_A = 35m$*

Thí dụ 2.2

Một vật chuyển động nhanh dần đều với vận tốc ban đầu $v_0 = 18km/h$. Quãng đường nó đi được trong giây thứ 5 là 4,5m. Tìm:

a. Gia tốc của vật

b. Quãng đường mà nó đi được trong 10 giây.

Bài giải:

Cho: $v_0 = 18km/h = 5m/s$

$s_5 - s_4 = 4,5m$; $t = 10s$

Tìm: $a =?$; $s =?$

Phân tích

Công thức đường đi trong chuyển động thẳng đều có dạng $s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$. Theo điều kiện bài toán, ta không thể dùng trực tiếp công thức này để tính gia tốc a vì đề bài không cho biết quãng đường đi sau 5 giây mà chỉ cho biết quãng đường đi trong giây thứ năm. Tuy nhiên, quãng đường đi được trong giây thứ năm là hiệu số của quãng đường đi được sau 5 giây và sau 4 giây. Từ hiệu số này ta có thể tìm được các đại lượng theo yêu cầu của bài toán:

Giải

a) Quãng được đi được sau 5 giây là: $s = \frac{1}{2}at_5^2 + v_0t_5$

\+ Quãng được đi được sau 4 giây là: $s = \frac{1}{2}at_4^2 + v_0t_4$

\+ Quãng được đi được trong 5 giây thứ 5 là:

$$s_5 - s_4 = \frac{1}{2}at_5^2 + v_0t_5 - (\frac{1}{2}at_4^2 + v_0t_4) = 4,5\ (m)$$

Từ đó ta có $a = \dfrac{-2v_0(t_5 - t_4) + 2(s_5 - s_4)}{t_5^2 - t_4^2}$

Thay số vào ta được $a \approx -0,1\ m/s^2$

b) Quãng đường mà vật đi được sau 10 giây là

$$s = \frac{1}{2}at_{10}^2 + v_0t_{10} \Rightarrow s = 45m$$

Đáp số: *$a = -0,1m/s^2$; $s = 45m$*

2. Bài toán về đồ thị của chuyển động biến đổi đều

Gợi ý phương pháp:

\+ Lập bảng trị số các điểm đặc biệt từ các phương trình chuyển động như: phương trình vận tốc, phương trình gia tốc và phương trình tọa độ.

\+ Dựa vào bảng trị số, vẽ đồ thị trong các hệ tọa độ khác nhau tùy thuộc vào yêu cầu của bài toán:

– Đồ thị gia tốc – thời gian là đường thẳng song song với trục thời gian

– Đồ thị vận tốc – thời gian là đường thẳng có độ dốc bằng a. (nếu đồ thị hướng đi lên a > 0; hướng xuống dưới a < 0; đồ thị nằm ngang a = 0.

– Hai đồ thị song song biểu diễn hai chuyển động có cùng gia tốc. Giao điểm của đồ thị với trục thời gian là điểm vật dừng lại. Hai đồ thị cắt nhau là hai chuyển động có cùng vận tốc.

– Đồ thị tọa độ theo thời gian là một đường parabol (giao điểm của hai đồ thị là điểm gặp nhau của hai chuyển động)

Thí dụ 2.3

Một chuyển động có đồ thị như hình vẽ (H2.2):

a) Hãy nêu tính chất của mỗi giai đoạn chuyển động.

b) Tính gia tốc trong mỗi giai đoạn chuyển động, lập phương trình vận tốc của chúng.

c) Tính quãng đường vật đã đi được.

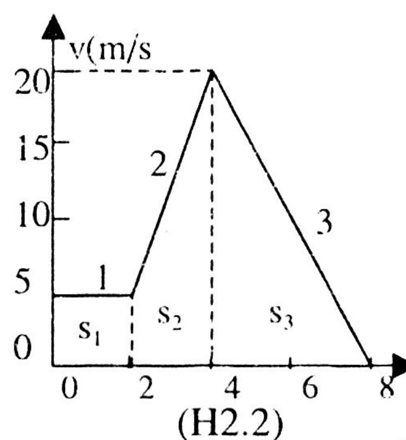
Bài giải

Cho: đồ thị chuyển động

Xác định: gia tốc; lập phương trình và tính quãng đường s.

Phân tích

Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của *vận tốc – thời gian* của chuyển động. Vì đồ thị nằm trong góc phần tư thứ nhất nên trong các trường hợp ta đều có $v \geq 0$ vì vậy tính chất chuyển động sẽ do gia tốc quyết định.



(H2.2)

Giải

a) Tính chất của chuyển động:

+ *Giai đoạn 1:* đồ thị song song với trục hoành ($a_1 = 0$): vật chuyển động thẳng đều.

+ *Giai đoạn 2:* đồ thị dốc đi lên ($a_2 > 0$): vật chuyển động thẳng nhanh dần đều.

+ *Giai đoạn 3:* đồ thị dốc đi xuống ($a_3 < 0$): vật chuyển động thẳng chậm dần đều.

b) Tính gia tốc và viết phương trình vận tốc:

+ Giai đoạn 1: $a_1 = 0$, suy ra $v_1 = 5$ (m/s) = const ($0 < t < 2s$)

+ Giai đoạn 2: $a_2 = \dfrac{20-5}{4-2} = 7{,}5 m/s^2$, suy ra phương trình vận tốc là:

$$v_2 = 7{,}5(t-2) + 5 = 7{,}5t - 10 \text{ (m/s)} \quad (2s < t < 4s)$$

+ Giai đoạn 3: Vận tốc giảm dần theo thời gian nên chuyển động chậm dần với gia tốc $a_3 = \dfrac{0-20}{8-4} = -5 m/s^2$, phương trình vận tốc là:

$$v_3 = -5(t-4) + 20 = -5t + 40 \text{ (m/s)} \quad (4s < t < 8s)$$

c) Quãng đường vật đi được trong mỗi giai đoạn

+ *Giai đoạn 1:* $S_1 = v_1 t_1 = 5 \times 2 = 10m$

+ *Giai đoạn 2:* $S_2 = 5(4-2) + \frac{1}{2}7{,}5(4-2)^2 = 25m$

+ *Giai đoạn 3:* $S_3 = 20(8-4) - \frac{1}{2}5(8-4)^2 = 40m$

vậy $S = S_1 + S_2 + S_3 = 75m$

***Đáp số:** S = 75m*

Thí dụ 2.4

Một thang máy chuyển động từ tầng 20 ở độ cao 125m đi xuống tầng thứ nhất (ở mặt đất) theo 3 giai đoạn liên tiếp (H2.3):

– Xuất phát không vận tốc ban đầu và chuyển động nhanh dần đều, sau 25m thì đạt được vận tốc 10 m/s

– Chuyển động đều trên đoạn đường 50m kế tiếp

– Chuyển động chậm dần đều và dừng lại ở tầng thứ nhất.

1. Lập phương trình chuyển động của mỗi giai đoạn

2. Vẽ đồ thị gia tốc, vận tốc, tọa độ của mỗi giai đoạn chuyển động.

Bài giải

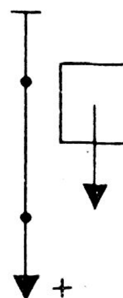
Cho: $v_0 = 0$; $S_1 = 25m$;

$v_1 = 10m/s$; $S_2 = 50$ m; $S = 125$ m

Tìm: $x_1 = ?$, $x_2 = ?$, $x_3 = ?$

Vẽ các đồ thị $a - t$; $v - t$; $x - t$

Phân tích



(H2.3)

Theo bài ra thì chuyển động được phân ra thành 3 giai đoạn có các tính chất chuyển động khác nhau với các đoạn đường đã biết.

Dựa vào tính chất của chuyển động và dự kiện ban đầu (cho vận tốc

cuối đoạn 1) ta có thể xác định được vận tốc đầu và cuối của cả 3 giai đoạn và từ đó ta có thể xác định được gia tốc và thời gian chuyển động của mỗi giai đoạn.

Giải

1. Phương trình chuyển động:

+ *Giai đoạn 1:*

$$v_1^2 - v_0^2 = 2a_1s_1 \rightarrow a_1 = \frac{v_1^2}{2s_1} = \frac{10^2}{2.25} = 2m/s^2$$

Thời gian chuyển động của giai đoạn 1 là:

$$t_1 = \frac{v_1}{a_1} = \frac{10}{2} = 5s$$

Phương trình chuyển động: $x_1 = \frac{1}{2}a_1t^2 = t^2$ *(0 < t <5)*

+ *Giai đoạn 2:* $v_2 = v_1 = 10$ m/s

$$\Rightarrow t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{50}{10} = 5s$$

Phương trình chuyển động của đoạn 2 là:

$$x_2 = v_2(t - t_{02}) + x_{02} = 10t - 25 \qquad (5s < t \leq 10s)$$

+ *Giai đoạn 3:*

Quãng đường và vận tốc thang chuyển động trong giai đoạn 3 là:

$$S_3 = 125 - 50 - 25 = 50 \text{ m}$$

$$v_{03} = v_2 = v_1 = 10 \text{ m/s}$$

Gia tốc của chuyển động sẽ là: $a_3 = \frac{-v_{03}^2}{2s_3} = \frac{-10^2}{2.50} = -1m/s^2$

Thời gian chuyển động của giai đoạn 3 là:

$$t_3 = \frac{-v_{03}}{a_3} = \frac{-10}{-1} = 10s$$

Vậy phương trình chuyển động của giai đoạn 3 là:

$$x_3 = -\frac{1}{2}(t-10)^2 + 10(t-10) + 75 = -\frac{t^2}{2} + 20t - 75 \quad (10s<t<20)$$

2. Các đồ thị của chuyển động:

+ Đồ thị gia tốc:

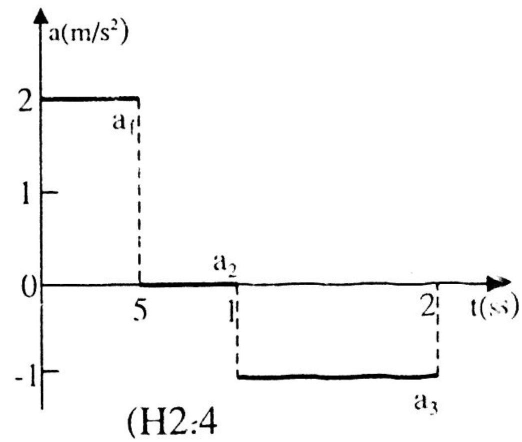
Thống kê gia tốc trong 3 giai đoạn như sau:

$a_1 = 2m/s^2$ *(0 < t ≤ 5s);*

$a_2 = 0$ *(5s < t ≤ 10s);*

$a_3 = -\ 1 m/s^2$ *(10s < t ≤ 20s)*

Suy ra đồ thị (H2.4).



(H2.4

+ Đồ thị vận tốc:

Kết quả tính ở trên cho ta bảng trị số và đồ thị (H2.5)

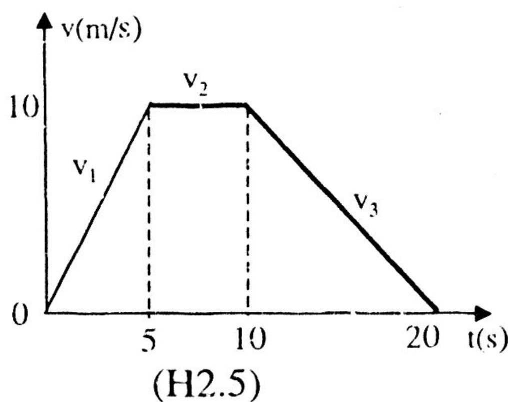
t = 0: $v_{01} = 0$;

t = 5s: $v_1 = 10$ m/s

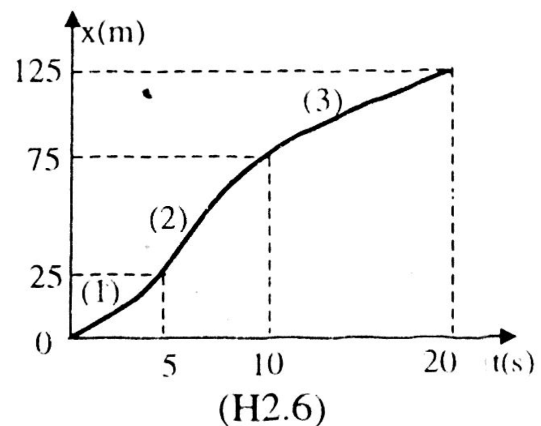
t = 5s: $v_{02} = 10$m/s; t = 10s: $v_2 = v_{02} = 10$ m/s

t = 10s: $v_{03} = 10$m/s; t = 20s: $v_3 = 0$

+ Đồ thị tọa độ: Từ các phương trình chuyển động của mỗi giai đoạn thời gian tương ứng, đồ thị tọa độ được vẽ như (H2.6):



(H2.5)



(H2.6)

3. Bài toán về vật rơi tự do

Gợi ý phương pháp:

Sự rơi tự do cũng là một dạng của bài toán chuyển động biến đổi đều với gia tốc $\vec{g}$ (gọi là gia tốc trọng trường) và thường có vận tốc ban đầu $v_0 = 0$. Phương trình rơi cũng giống như phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều trong đó x được thay thế bằng y và quãng đường s bằng h. Thông thường, khi giải bài toán dạng này ta thường chọn chiều dương từ trên xuống, gốc tọa độ ngay tại điểm rơi và gốc thời gian lúc vật bắt đầu rơi

Thí dụ 2.5

Từ mặt đất ta ném một vật lên cao theo phương thẳng đứng với vận tốc ban đầu $v_0 = 25$ m/s. Lấy $g = 10$ m/s². Hãy tìm:

a. Độ cao cực đại vật đạt được và thời gian để vật lên đến độ cao cực đại này

b. Vận tốc lúc vật rơi trở lại đến mặt đất và thời gian từ lúc ném đến lúc vật rơi trở lại đến mặt đất.

Bài giải:

Cho: $v_0 = 25$ m/s; $g = 10$ m/s^2

Tìm: h_{cd}=?; v=?; t_1=?; t_2=?

Phân tích

Với loại bài tập này ta có thể giải bằng hai cách:

Cách thứ nhất: Ta chia chuyển động của vật thành hai giai đoạn:

a. Giai đoạn 1: vật chuyển động lên trên từ lúc ném đến lúc đạt đến độ cao cực đại h_{cd}. Trong giai đoạn này, vật chuyển động chậm dần đều với gia tốc $-g$ với vận tốc ban đầu v_0.

b. Giai đoạn 2: vật chuyển động rơi tự do không vận tốc ban đầu từ độ cao cực đại h_{cd} nhanh dần đều với gia tốc g.

Để giải theo cách này ta áp dụng các công thức về chuyển động chậm dần cho giai đoạn 1 (thời gian t_1) và rơi tự do cho giai đoạn 2 (thời gian t_2 ta sẽ tìm được các yêu cầu của bài toán. Tuy nhiên cách giải này có thể áp dụng cho các bài tập đơn giản, nhưng đối với các bài tập phức tạp hơn (như bài toán nhiều vật cùng ném 1 lúc) thì gặp không ít khó khăn.

Giải.

Tại điểm có độ cao cực đại:

$$v = v_0 - gt_1 = 0 \Rightarrow t_1 = v_0/g = 25/10 = 2{,}5s$$

+ Độ cao cực đại: $h_{cd} = v_0 t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2 \Rightarrow h_{cd} = 31{,}25m$

+ Vận tốc vật khi rơi chạm đất là: $v = \sqrt{2gh_{cd}} = \sqrt{62.5} = 25$m/s

+ Thời gian rơi từ h_{cd} xuống đất là: $t_2 = \sqrt{\frac{2h_{cd}}{g}} = \sqrt{6,25} = 2,5$ (s)

+ Tổng thời gian từ lúc ném đến lúc rơi về đất là ***t = 5s***

Cách thứ hai:

Coi chuyển động của vật là chuyển động tổng hợp của hai chuyển động theo cùng phương thẳng đứng: một chuyển động đều đi lên với vận tốc v_0 và một chuyển động rơi tự do xuống dưới.

Chọn gốc tọa độ tại mặt đất: sau thời gian t, vật lên cao được một đoạn $h_1 = v_0t$ (theo chuyển động thứ nhất) và rơi được một đoạn $h_2 = \frac{1}{2}gt^2$ xuống dưới (theo chuyển động thứ hai). Sau thời gian t vật cách mặt đất một đoạn: $h = h_1 - h_2 = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$

Như vậy, nếu coi đường đi của vật sau thời gian t là khoảng cách của vật đến mặt đất sau thời gian đó thì công thức trên sẽ mô tả trạng thái chuyển động của vật kể từ lúc vật bị ném lên đến khi rơi tới mặt đất, điều này cũng đúng cho trường hợp: $v = v_0 - gt$.

Đây là cách giải thông dụng, nhất là đối với các bài tập phức tạp

Giải:

Phương trình đường đi và vận tốc của chuyển động là:

$$h = v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \text{ và } v = v_0 - gt$$

+ Tính h_{cd} và t_1 giống như cách thứ nhất còn t_2 ta có thể tính từ:

$$h = v_0t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2 \text{ (khi rơi đến mặt đất } h = 0).$$

Giải phương trình bậc hai đối với t_2 ta có: $t_{21} = 0$; và $t_{22} = 8{,}75$ s

chọn nghiệm $t_2 = 8{,}75$s (thoả mãn điều kiện $t > 0$)

+ Vận tốc vật khi rơi tới mặt đất.

$$v = v_0 - gt_2 = v_0 - g\,(2v_0)/g = -v_0 = 25\text{m/s}$$

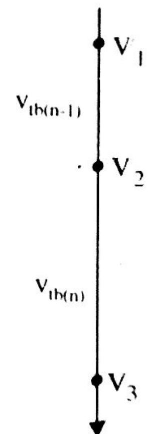
Dấu (–) chứng tỏ vận tốc ngược chiều với vận tốc ném lên.

Đáp số: *a) $h_{cd} = 31{,}5m$, $t_1 = 2{,}5s$; b) $v = 25m/s$, $t_2 = 5s$*

Thí dụ 2.6

Trong một chuyển động rơi tự do của một vật không vận tốc ban đầu, vận tốc trung bình của vật rơi trong giây cuối cùng lớn gấp đôi vận tốc trung bình của nó trong giây liền trước đó (H2.7).

Hỏi thời gian vật rơi. Lấy $g = 10\ m/s^2$.



(H2.7)

Bài giải

Cho: $v_0 = 0$; $v_{tb\,(n)} = 2v_{tb\,(n-1)}$

$g = 10\ m/s^2$

Tính: $t = ?$

Phân tích

Bài ra chỉ cho ta biết các giá trị trung bình của vận tốc chuyển động trong hai giây kế tiếp nhau mà không biết vận tốc tại các thời điểm này (đặc biệt là vận tốc cuối của giây cuối cùng v_3). Tuy nhiên, để xác định được thời gian rơi ta phải xác định được giá trị vận tốc v_3 sau đó thay vào phương trình chuyển động để xác định vận tốc trong chuyển động rơi *(vận tốc $v_1 = 0$)* và từ đó rút ra thời gian rơi t.

Giải

+ Vận tốc trung bình trong giây cuối và giây kế liền trước đó được xác định từ: $v_{tb(n)} = \dfrac{v_2 + v_3}{2}$ và $v_{tb(n-1)} = \dfrac{v_1 + v_2}{2}$

Theo bài ra:

$$v_{tb(n)} = 2v_{tb(n-1)} \text{ hay } 2\frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{v_2 + v_3}{2} \Rightarrow v_3 = 2v_1 + v_2$$

Mặt khác ta có: $v_2 = v_1 + g$ (với t = 1s)

và $v_3 = v_1 + 2g$ (với t = 2s)

Thay vào trên ta có: $v_1 = g/2 \Rightarrow v_3 = 2{,}5g = gt$

Vì vậy $t = 2{,}5$ (s)

Đáp số: *t = 2,5 (s)*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

2.7

Một ôtô chuyển động chậm dần đều lên dốc dài 50m. Biết rằng vận tốc tại chân dốc là 18km/h và vận tốc cuối dốc là 3m/s. Hãy tìm gia tốc và thời gian lên dốc của ôtô.

Đáp số: $a = -0{,}16m/s^2$; $t = 12{,}5s$

2.8

Một vật chuyển động nhanh dần đều đi được những quãng đường $s_1 = 24m$ và $s_2 = 64m$ trong hai khoảng thời gian liên tiếp bằng nhau 4s. Hãy xác định vận tốc ban đầu và gia tốc của vật.

Đáp số: $a = 2{,}5m/s^2$; $v_0 = 1m/s$

2.9

Sau 10s, vận tốc của một đoàn tàu giảm từ 54km/h xuống 18km/h, tiếp theo là chuyển động đều trong 30s. Sau cùng nó chuyển động chậm dần đều và dừng hẳn sau 10s. Tìm gia tốc mỗi đoạn đường.

Đáp số: $a = -1m/s^2$; 0; $-05m/s^2$

2.10

Chuyến tàu thống nhất SE1 rời ga Hà nội nhanh dần đều với gia tốc a_1 và sau khi đi được 1km thì gia tốc của nó là a_2. Biết rằng, trên đoạn đường thứ nhất vận tốc của tàu tăng được Δv, còn trong đoạn đường thứ hai vận tốc của tàu chỉ tăng được $\Delta v' = 1/2\Delta v$. Hỏi gia tốc trên đoạn đường nào lớn hơn?

Đáp số: $a_2 > a_1$

2.11

Phương trình chuyển động của một vật có dạng:

$$x = 80t^2 + 50t + 10 \qquad (cm; s)$$

1. Tính gia tốc của chuyển động.
2. Tính vận tốc của chuyển động lúc t = 1s
3. Xác định vị trí của vật lúc nó đạt được vận tốc 130cm/s

Đáp số: *1) $a = 1,6m/s^2$; 2) $v = 2,1m/s^2$; 3) $x = 55cm$*

2.12

Chuyển động của một vật được mô tả bằng phương trình:

$$x = 4t^2 + 20t \qquad (cm; s)$$

1. Tìm quãng đường vật đi được trong khoảng $t_1 = 2s$ đến $t_2 = 5s$ từ đó suy ra vận tốc trung bình trong khoảng này.
2. Tìm vận tốc lúc 3s

Đáp số: *1) $s = 144cm$; $v_{tb} = 48cm/s$. 2) $v_{tt} = 44cm/s$*

2.13

Hãy vẽ trên cùng một hệ trục tọa độ các đồ thị *vận tốc – thời gian* của hai vật chuyển động thẳng biến đổi đều như sau:

+ Vật (1) có gia tốc $a_1 = 0,5m/s^2$ và vận tốc đầu $v_{01} = 2m/s$

+ Vật (2) có gia tốc $a_2 = -1,5m/s^2$ và vận tốc đầu $v_{02} = 6m/s$

a. Căn cứ vào đồ thị, hãy xác định: sau bao lâu thì hai vật có vận tốc bằng nhau.

b. Tính đoạn đường mà mỗi vật đi được cho tới lúc đó.

Đáp số: *a) $t = 2s$; b) $s_1 = 5m$; $s_2 = 9m$*

2.14

Các giọt nước rơi từ mái nhà xuống sau những khoảng thời gian bằng nhau, khi giọt (1) chạm đất thì giọt (5) bắt đầu rơi. Tìm khoảng cách giữa các giọt kế tiếp nhau, biết rằng mái nhà cao 16m (lấy $g = 10m/s^2$).

Đáp số: (1–2) = *1m*; (2–3) = *3m*; (3–4) = *5m*; (4 –5) = *7m.*

2.15

Hai giọt nước rơi ra khỏi ống nhỏ giọt cách nhau 0,5s.

a. Tính khoảng cách giữa hai giọt nước sau khi giọt trước rơi được 0,5s ; 1s; 1,5s.

b. Hai giọt nước tới đất cách nhau một khoảng thời gian bao nhiêu? (lấy $g = 10m/s^2$)

***Đáp số :** a) 1,25m; 3,75m; 6,25m; b) 0,5s*

2.16

Một thang máy chuyển động lên cao với gia tốc $2m/s^2$. Lúc thang máy có vận tốc 2,4m/s thì từ trần thang máy có một vật rơi xuống. Trần thang máy cách sàn là h = 2,47m. Trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất, hãy xác định:

a. Thời gian rơi.

b. Độ dịch chuyển của vật.

c. Quãng đường vật đã đi được .

***Đáp số:** 0,64s; – 0,52m; 1,06m.*

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.17

Một chất điểm chuyển động theo trục thẳng đứng, chiều dương hướng lên cao với phương trình tọa độ:

$$x = 20t - 5t^2$$

Tìm kết luận SAI trong số các kết luận dưới đây:

A. Chất điểm này chuyển động chậm dần với vận tốc ban đầu là $v_0 = 20m/s$ và với gia tốc là $a = -10m/s^2$.

B. Chất điểm này chuyển động nhanh dần đều với vận tốc ban đầu là: $v_0 = 20m/s$ và với gia tốc là $a = 10m/s^2$.

C. Chất điểm này chuyển động chậm dần đều với vận tốc ban đầu là: $v_0 = 20m/s$ và với gia tốc là $a = -5m/s^2$.

D. Chất điểm này được ném thẳng đứng lên cao chuyển động chậm dần đều tới độ cao cực đại 20m thì bắt đầu rơi tự do.

2.18

Một chất điểm chuyển động thẳng có phương trình tọa độ là:

$$x = -1,5t^2 + 6t + 2$$

Tìm kết luận SAI trong số các kết luận dưới đây:

A. Vận tốc của chất điểm bằng 0 vào lúc t = 2s kể từ khi bắt đầu chuyển động, khi đó nó ở cách gốc tọa độ 8m.

B. Chất điểm chuyển động chậm dần đều tới khi vận tốc bằng 0 thì chuyển động nhanh dần đều theo chiều ngược lại.

C. Chất điểm này chuyển động chậm dần đều với vận tốc đầu là $v_0 = 6m/s$ và gia tốc $a = -3m/s^2$.

D. Khi bắt đầu chuyển động, chất điểm ở cách gốc tọa độ 2m và có vận tốc là $v_0 = 6m/s$.

2.19

Vào thời điểm t = 3s, tại tọa độ x = 52m, phương trình vận tốc của một chất điểm chuyển động thẳng là: $v = 2(4 + t^2)$

Tìm kết luận SAI trong số các kết luận dưới đây:

A. Vào thời điểm t = 0s thì vật ở cách gốc tọa độ 10m, có vận tốc $v_0 = 8m/s$ và gia tốc $a_0 = 8m/s^2$.

B. Vào thời điểm 1s sau khi bắt đầu chuyển động thì vật ở cách gốc tọa độ là $x_1 = 18,66m$ và có gia tốc $a = 12m/s^2$.

C. Chất điểm này chuyển động nhanh dần đều.

D. Phương trình tọa độ của chất điểm này là:

$$x = \frac{2}{3}t^2 + 8t + 10$$

2.20

Vị trí của điểm M trong hệ trục tọa độ vuông góc Ox, Oy được xác định bởi OM$\{x = 2t; y = t^2 + 3\}$

Tìm kết luận SAI trong số các kết luận sau:

A. Tại thời điểm t = 2s thì vận tốc của vật là v = 4,47m/s.

B. Tại thời điểm t = 2s thì M ở cách gốc tọa độ OM = 11m

C. Phương trình quỹ đạo của điểm M là $y = x^2/4 + 8$ và có dạng Parabôn.

D. Tại thời điểm t = 2s thì gia tốc của vật là $a = 2m/s^2$.

2.21

Một viên đạn được bắn thẳng đứng lên cao từ mặt đất ($x_0 = 0$) với vận tốc ban đầu 200m/s và chuyển động chậm dần đều với gia tốc $a = -10m/s^2$.

Tìm kết luận SAI trong số các kết luận sau:

A. Sau khi bắn 30s thì tọa độ của viên đạn là 1500m.

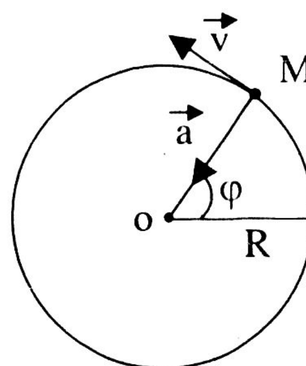
B. Phương trình chuyển động của đạn là $x = -10t^2 + 200t$.

C. Sau 40s thì viên đạn đạt vận tốc v = –200m/s.

D. Đạn lên đến độ cao tối đa 200m thì bắt đầu rơi xuống.

Chủ đề 3 CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT



(H3.1)

* Quỹ đạo là một đường tròn

* Vận tốc dài v có độ lớn không đổi, có hướng nằm theo tiếp tuyến với quỹ đạo ($v = \omega R$)

* Vận tốc góc ω có độ lớn không đổi:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = 2\pi n$$

[φ]: (rad)

[ω]: (rad/s)

[t]: (s) và n là số vòng quay trong một giây

* Gia tốc hướng tâm: $a_{ht} = \frac{v^2}{R} = R\omega^2$

* Chu kì quay: $T = 2\pi/\omega$, tần số $n = 1/T$

* Liên hệ giữa v, ω và T: $v = \omega R = 2\pi n R = \frac{2\pi R}{T}$

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Chuyển động tròn đều là chuyển động trong đó hướng của véctơ vận tốc luôn thay đổi, vì vậy gia tốc của chuyển động có giá trị khác 0 và có hướng vào tâm của quỹ đạo. Bài tập dạng này chủ yếu áp dụng các phương trình của chuyển động tròn như: phương trình vận tốc, phương trình gia tốc hoặc các công thức về chu kì quay, tần số... và các mối liên hệ giữa các đại lượng trên từ đó suy ra các đại lượng chưa biết.

Lưu ý: Trong trường hợp vật vừa chuyển động tròn đều vừa chuyển động tịnh tiến thì có thể xảy ra các trường hợp:

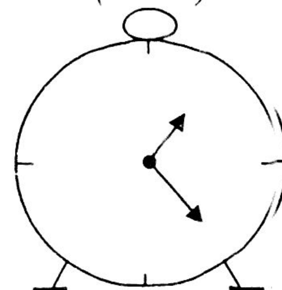
+ Khi vật có hình tròn lăn không trượt thì độ dài cung quay của một điểm trên vành bằng quãng đường đi được của nó.

+ Vận tốc của một điểm đối với mặt đất được xác định bằng công thức cộng vận tốc.

C. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 3.1

*Một đồng hồ có kim giờ dài 3cm, kim phút dài 4cm (*H3.2*). So sánh vận tốc góc và vận tốc dài của 2 đầu kim trên.*



(H3.2)

Bài giải:

cho: $l_g = 3cm$; $l_{ph} = 4cm$

Tìm: $\frac{\omega_p}{\omega_g} = ?; \frac{v_{ph}}{v_g} = ?$

Phân tích

Các bài toán về chuyển động của kim đồng hồ thường cho ta thêm một số dữ kiện bổ sung cho bài toán như: Chu kì của kim giờ $T_g = 12x3600s$, của kim phút $T_{ph} = 3600s$ và của kim giây $T_{gi} = 60s$, vì vậy các mối quan hệ của các kim này thường có thể suy ra thông qua các công thức liên hệ giữa các đại lượng còn lại.

Giải

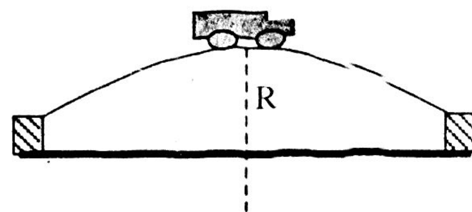
Trong một giờ, kim phút quay được một vòng và kim giờ quay được 1/12 vòng, vì vậy ta có:

$$\frac{\omega_{ph}}{\omega_g} = \frac{\varphi_{ph}}{\varphi_g} = 12 \Rightarrow \frac{v_{ph}}{v_g} = \frac{R_{ph}}{R_g}.\frac{\omega_{ph}}{\omega_g} = \frac{4}{3}.12 = 16$$

***Đáp số*:** $\frac{\omega_{ph}}{\omega_g} = 12$; $\frac{v_{ph}}{v_g} = 16$

Thí dụ 3.2

Một ôtô chuyển động đều trên một mặt cầu và đi được 20m trong 2s. Mặt cầu cong vồng lên trên, bán kính cong của mặt cầu là 200m (H3.3). *Hãy tính gia tốc của ôtô.*



(H3.3

Bài giải:

Cho: s = 20m; t = 2s; R = 200m

Tính: a =?

Phân tích:

Xe chuyển động đều trên đoạn đường có bán kính cong xác định vì vậy ta có thể tính được gia tốc của xe hướng vào tâm theo công thức đã biết $a = v^2/R$. Tuy nhiên, vận tốc dài (v) của xe chưa biết, nhưng ta có thể xác định được nó thông qua quãng đường đi s và thời gian t.

Giải

Vì ôtô chuyển động đều nên vận tốc dài được xác định:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{20}{2} = 10m/s$$

Vì quỹ đạo chuyển động là tròn nên gia tốc của ôtô được xác định từ công thức: $$a = \frac{v^2}{R} = \frac{10^2}{200} = 0{,}5m/s^2$$

***Đáp số:** $a = 0{,}5m/s^2$*

Thí dụ 3.3

Một viên bi buộc vào đầu một sợi dây dài 1,6m, đầu kia của sợi dây buộc cố định vào một cái cột thẳng đứng. Viên bi được làm cho chuyển động tròn đều xung quanh cột với 24 vòng một phút và sợi dây luôn tạo với cọc một góc bằng 30^0 (H3.4).

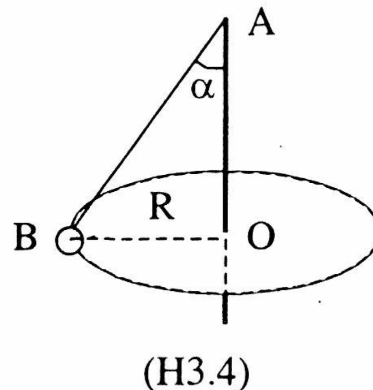
Hãy tính gia tốc của viên bi.

Bài giải:

Cho: $l = 1{,}6m$; $\alpha = 30^0$

$n = 24$vòng/phút

Tính gia tốc: a =?



(H3.4)

Phân tích

Giống như các bài toán trên, gia tốc của chuyển động được xác định bằng cách áp dụng công thức đã có $a = \omega^2R$.

Lưu ý rằng bán kính quỹ đạo có thể xác định được nhờ vào điều kiện đã cho của bài toán.

Giải

Bán kính quỹ đạo chuyển động của viên bi là:

$$R = BO = AB/2 = l/2 = 0{,}8m$$

Vì viên bi chuyển động tròn đều nên gia tốc của chuyển động là gia tốc hướng tâm có độ lớn bằng:

$$a = \omega^2R = (2\pi n)^2R = \left(\frac{2\pi.24}{60}\right)^2.0,8 = 5m/s^2$$

Đáp số*: $a = 5m/s^2$*

D. BÀI TẬP TỰ GIẢI

3.4

Bánh một xe honda quay đều 100 vòng trong thời gian 2s. Hãy xác định:

a. Chu kì, tần số của chuyển động.

b. Vận tốc góc của bánh xe.

Đáp số: *$T = 0,02s$; $n = 50Hz$; $\omega = 314$ rad/s*

3.5

Một dĩa tròn có bán kính R = 60cm, quay đều với chu kì T = 0,02s. Tìm vận tốc dài của một điểm nằm trên vành dĩa.

Đáp số: *$v = 188,4m/s$*

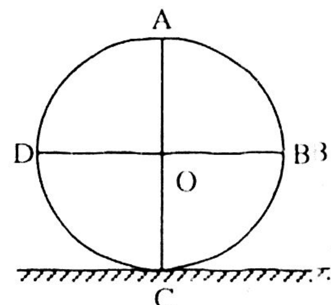
3.6

Một ôtô qua khúc quanh là một cung tròn bán kính 100m vvới vận tốc 10m/s. Tìm gia tốc hướng tâm tác dụng vào xe.

Đáp số: *$a_{ht} = 1m/s^2$*

3.7

Một vành tròn lăn không trượt trên một đường thẳng nằm ngang với vận tốc không đổi v. Hãy xác định vận tốc tức thời so với mặt đất của các điểm A, B, C, D có vị trí như hành vẽ (H3.5):



(H3.5)

Đáp số*: $\vec{v_A} = 2\vec{v}$; $v_B = v\sqrt{2}$; $\vec{v_C} = \vec{0}$*

và $v_D = v_B = v\sqrt{2}$

3.8

Cho các dữ kiện sau:

Bán kính trung bình của Trái Đất: R = 6400km

Khoảng cách Trái Đất – Mặt Trăng: 384000km

Thời gian Trái Đất quay một vòng quanh nó: 24 giờ

Thời gian Mặt Trăng đi một vòng quanh Trái Đất: $2,36.10^6$s.

Hãy tính:

a) Gia tốc hướng tâm của một điểm ở xích đạo.

b) Gia tốc hướng tâm của Mặt Trăng trong chuyển động quanh Trái Đất.

Đáp số: $a_{td} = 0{,}034 m/s^2$; $a_{mt} = 27.10^{-4} m/s^2$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.9.

Một người lái ô tô đang chạy trên đoạn đường thẳng với vận tốc v = 60km/h thì thấy biển báo sắp tới đường vòng có bán kính R = 100m và vận tốc cho phép trên đường vòng là v' = 20km/h. Nếu từ biển báo đến điểm bắt đầu đường vòng bằng 100m thì kết luận nào trong số các kết luận dưới đây là *SAI:*

A. Vận tốc góc trên đường vòng là ω = 0,055 rad/ s

B. Người lái phải chuyển động trên quãng đường 100m khi đến đường vòng với gia tốc trung bình a = – $16 km/h^2$.

C. Gia tốc hướng tâm trên đường vòng là a' = $0{,}31 m/s^2$.

D. Thời gian chạy trên quãng đường giảm vận tốc là t = 9s.

3.10.

Một vệ tinh địa tĩnh dùng trong thông tin VTĐ bay trong mặt phẳng quỹ đạo của Trái Đất nhưng luôn luôn "đứng yên" so mặt đất. Cho biết bán kính của Trái Đất là R = 6400km, tích của hằng số hấp dẫn G và khối lượng M của Trái Đất là G.M = $40{,}2.\ 10^{13}\ Nm^2/kg$ (vận tốc sóng VTĐ v = $3.10^5 km/s$).

1) Tính vận tốc dài của vệ tinh ở độ cao h = 36000km.
2) Tính vận tốc nhỏ nhất để phóng vệ tinh từ mặt đất lên quỹ đạo.
3) Cần mấy vệ tinh để liên lạc VTĐ với toàn bộ vùng xích đạo.
4) Thời gian tối đa để truyền tin bằng sóng VTĐ qua vệ tinh.

A. 3) Cần tối thiểu 3 vệ tinh đặt tại 3 tam giác đều nội tiếp của quỹ đạo tròn bán kính 36000km.

B. Thời gian tối đa để truyền tín hiệu qua vệ tinh là 0,012s

C. Vận tốc dài vệ tinh ở độ cao 36000km là v = 2,61km/s.

D. Vận tốc nhỏ nhất để phóng được vệ tinh từ mặt đất lên quỹ đạo là: v = 7,92 km/s.

Chương 2
ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

Chủ đề 4
CÁC ĐỊNH LUẬT CỦA NEWTON VỀ CHUYỂN ĐỘNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Lực và khối lượng

a) Định nghĩa: Lực là một đại lượng vật lí đặc trưng cho sự tác động của vật này lên vật khác, kết quả là truyền cho vật một gia tốc hoặc làm cho vật bị biến dạng.

Lực là một đại lượng véctơ có gốc đặt vào vật, có hướng trùng với hướng của véctơ gia tốc mà lực truyền cho vật, có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của gia tốc này. Đơn vị lực là Niutơn (N).

b) Lực cân bằng: Khi một vật chịu tác dụng của nhiều lực nhưng chúng gây ra các gia tốc khử lẫn nhau gọi là các lực cân bằng nhau.

Khi vật chịu tác dụng của các lực cân bằng (hợp lực bằng không) thì vật đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều.

c) Khối lượng là một đại lượng vô hướng đặc trưng cho mức quán tính của mỗi vật. Đơn vị của khối lượng là kilôgam (kg).

2. Các định luật của Newton về chuyển động

a) Định luật 1: Khi không chịu tác dụng của lực nào hoặc chịu tác dụng của các lực cân bằng, một vật đang đứng yên sẽ tiếp tục đứng yên, đang chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động thẳng đều.

$$\vec{F} = \vec{0} \rightarrow \vec{a} = \vec{0}$$

b) Định luật 2: Gia tốc của một vật tỉ lệ thuận với lực (hay hợp lực) tác dụng vào vật và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \text{hay} \quad \vec{F} = m\vec{a}$$

c) Định luật 3: Trong mọi trường hợp, khi vật A tác dụng vào vật B một lực thì vật B cũng tác dụng lại vật A một lực. Hai lực này là hai lực trực đối: $\overrightarrow{F_{21}} = -\overrightarrow{F_{12}}$

(hai lực trực đối là hai lực bằng nhau về độ lớn, cùng phương ngược nhau về hướng nhưng đặt vào hai vật khác nhau)

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Phương pháp chung để giải bài tập trong phần này chủ yếu dựa vào mối quan hệ giữa lực tác dụng F với các đại lượng động lực mô tả chuyển động như: quãng đường đi s, vận tốc v, gia tốc a và thời gian t theo sơ đồ sau:

$$\Sigma F \rightleftarrows a \rightleftarrows s, v, t$$

Các bước tiến hành để giải bài toán có thể tóm tắt như sau:

+ Chọ hệ trục tọa độ thích hợp cho bài toán, xác định các dữ liệu và các yêu cầu.

+ Xác định lực bằng các đại lượng động lực (và ngược lại) trên cơ sở nhận biết và phân tích các lực tác dụng lên vật.

+ Viết phương trình chuyển động theo định luật II Newton:

$$\overrightarrow{\Sigma F} = m\vec{a}$$

(trong đó ΣF có thể là các loại lực khác nhau như lực ma sát, lực đàn hồi, lực hấp dẫn...)

+ Chiếu phương trình trên lên hệ tọa độ đã chọn để thiết lập các phương trình đại số (biến phương trình vectơ thành phương trình đại số), thực hiện các phép tính trên các phương trình đại số: ΣF = ma

cùng các công thức:

$$v = v_0 + at; \; s = 1/2\, at^2 + v_0 t\;; \; v^2 - v_0^2 = 2as...$$

+ Trong trường hợp bài toán cần phải tính lực tương tác giữa hai vật, ta viết phương trình theo định luật III Newton:

$$m_1\vec{a_1} = -m_2\vec{a_2} \Rightarrow m_1(\overrightarrow{v'_1} - \vec{v_1}) = -m_2(\overrightarrow{v'_2} - \vec{v_2})$$

sau đó chiếu lên các trục tọa độ và thực hiện các phép tính toán trên các véctơ.

Lưu ý:

+ Nếu vật chuyển động thành nhiều giai đoạn thì vận tốc đầu của giai đoạn sau bằng vận tốc cuối của giai đoạn trước.

+ Nếu là chuyển động của hệ vật thì:

- Có thể coi hệ vật có khối lượng bằng khối lượng tổng cộng chịu tác dụng của cùng một ngoại lực nếu các vật của hệ có cùng véctơ gia tốc.

– Khảo sát từng vật của hệ, lực tác dụng đều là ngoại lực.

– Lực tương tác trực đối: đặc biệt là các lực căng dây hay lò xo nhẹ có độ lớn như nhau.

+ Nếu hệ có ròng rọc:

– Khảo sát chuyển động của mỗi vật.

– Đầu dây luồn qua ròng rọc chuyển động được quãng đường s thì trục của ròng rọc đi được 1 đoạn là s/2, độ lớn vận tốc và gia tốc cũng theo tỉ lệ đó.

+ Nếu hệ gồm các vật chồng lên nhau:

– Khi có ma sát trượt, ta khảo sát từng vật riêng rẽ.

– Khi có ma sát nghỉ, hệ có thể coi là một vật.

B. BÀI TẬP MẪU

1. Xác định lực tác dụng – các đại lượng động học của chuyển động

Gợi ý phương pháp:

- Chọn hệ quy chiếu thích hợp
- Xác định các lực tác dụng lên vật và tìm hợp lực
- Áp dụng các định luật Newton để viết phương trình chuyển động
- Giải phương trình, tìm các đại lượng theo yêu cầu bài toán

Thí dụ 4.1

Một chiếc xe đang chạy với vận tốc 30,6km/h thì bị hãm phanh. Biết lực hãm bằng 0,25 trọng lượng của xe, hãy tìm xem trước khi dừng hẳn, xe còn tiếp tục chạy trong bao lâu? và đi được quãng đường là bao nhiêu? lấy $g \approx 10m/s^2$.

Bài giải

cho : $v_0 = 30{,}6km/h = 8{,}5m/s$

$F = 0{,}25 \times P = 0{,}25mg$

Tìm: t =?; s =?

Phân tích

Theo đầu bài xe đang chuyển động đều với vận tốc $v_0 = 8{,}5m/s$ thì chịu tác dụng của lực hãm F = 0,25P. Vì lực hãm không đổi nên dưới tác dụng của lực này xe sẽ chuyển động chậm dần đều cho đến khi dừng hẳn .

Trong chuyển động chậm dần đều này đường đi s và thời gian t tính từ lúc bắt đầu hãm phanh cho đến khi xe dừng hẳn lại được xác định từ các công thức:

$$v = v_0 + at = 0 \text{ và } s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t,$$

(trong đó v_0 đã cho, a có thể tìm được trực tiếp từ những điều kiện ban đầu của đề bài).

Giải

a) Gia tốc chuyển động chậm dần đều của xe là:

$$a = -\frac{F}{m} = -\frac{0.25.mg}{m} = -0,25g = -2,5m/s^2$$

(trong đó m là khối lượng của xe, g là gia tốc rơi tự do)

Thời gian t từ lúc xe hãm cho đến khi xe dừng là:

$$t = -\frac{v_0}{a} \Rightarrow t = \frac{8.5}{2.5} = 3,4s.$$

b) Quãng đường xe đi được từ lúc bị hãm đến lúc dừng hẳn là:

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

thay số vào ta có : $s = 14,45m$

Đáp số: *a) t = 3,4s; b) s = 14,45m*

Thí dụ 4.2

Một đoàn tàu lửa có khối lượng 10^3 tấn đang chạy với vận tốc 36km/h thì bắt đầu tăng tốc độ. Sau khi đi được 300m, vận tốc của nó lên tới 54km/h. Biết lực kéo của đầu tàu trong cả giai đoạn tăng tốc độ là không đổi và bằng 25.10^4 N. Hãy tìm lực cản chuyển động của đoàn tàu.

Bài giải

Cho: $F_K = 25.10^4N$; $m = 10^3T = 10^6kg$,

$s = 300m$; $v_1 = 36km/h = 10m/s$,

$v_2 = 54km/h = 15m/s$

Hỏi: F_c?

Phân tích

Trong thời gian tăng tốc độ, có hai lực tác dụng lên tàu lửa làm thay đổi trạng thái chuyển động của nó:

+ Lực kéo đầu đoàn tàu: $F_k = 25.10^4N = \text{cosnt}$

+ Lực cản chuyển động F_c ngược chiều chuyển động của đoàn tàu, nghĩa là ngược chiều với lực kéo F_K.

Dưới tác dụng của hai lực này (chứ không phải riêng lực F_k) vận tốc của đoàn tàu lửa sẽ thay đổi. Có thể nói rằng hợp lực của hai lực F_K và F_C (nghĩa là $F_K - F_C$) đã làm cho đoàn tàu tăng vận tốc từ 36km/h lên 54km/h sau khi đi được 300m. Nếu coi trong cả thời gian đoàn tàu tăng tốc độ là chuyển động nhanh dần đều với gia tốc a thì ta sẽ có: $(F_K - F_C) = ma$

$\Rightarrow F_c = F_K - ma$

Biết được gia tốc a sẽ tính được lực cản F_c.

Giải:

Gia tốc đoàn tàu tính từ công thức:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2as$$

$$\Rightarrow a = \frac{(v_2 + v_1)(v_2 - v_1)}{2s}$$

Lực làm đoàn tàu chuyển động với gia tốc a là:

$$F = ma = \frac{m(v_2 + v_1)(v_2 - v_1)}{2s}$$

vì $F_c = F_k - ma$, nên ta có:

$$F_c = F_k - \frac{m(v_2 + v_1)(v_2 - v_1)}{2s}$$

thay số vào ta được : $F_c = 4{,}2.10^4 N$

Đáp số: $F_c = 4{,}2.10^4 N$

Thí dụ 4.3

Bốn vật đều có khối lượng bằng 1kg được nối với nhau bằng những sợi dây không dãn, đặt trên một sàn phẳng nằm ngang (H4.1). *Ta kéo vật thứ nhất bằng một lực nằm ngang có độ lớn là 10N. Coi chuyển động là không có ma sát và các đoạn dây nối có khối lượng không đáng kể, hãy tìm:*

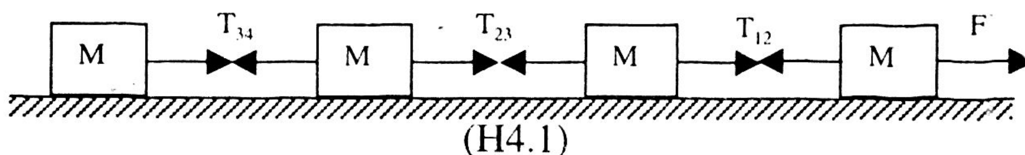
a) Gia tốc chuyển động của mỗi vật,

b) Lực căng của dây ở những chỗ nối, cho $g \approx 10m/s^2$.

Bài giải

Cho: $m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = 1kg$; $F = 10N$.

Hỏi: $a = ?$; T_{12}; T_{34}; $T_{23} = ?$



(H4.1)

Phân tích

Đây là bài tập điển hình về tính lực căng của dây trong trường hợp chuyển động không ma sát.

Để tìm được gia tốc chuyển động của vật và lực căng của dây ở những chỗ nối, ta có thể tách hệ ra từng vật riêng lẽ rồi áp dụng định luật II Newton để viết phương trình chuyển động cho từng vật, giải hệ phương trình có được sau khi đã xét chuyển động của tất cả các vật trong hệ.

Muốn áp dụng định II Newton cho từng vật, ta cần xét lực tác dụng vào từng vật và đặc biệt để ý đến các lực có tác dụng làm vật biến đổi trạng thái chuyển động.

Trước tiên cần lưu ý: vì dây nối không dãn và có khối lượng không đáng kể nên:

+ Gia tốc chuyển động của cả bốn vật đều bằng nhau và bằng a ,
+ Lực căng của dây nối giữa hai cặp vật với nhau thì bằng nhau.
+ Lực căng dây nối giữa hai cặp vật khác nhau thì khác nhau.

Vật thứ nhất chịu tác dụng của 4 lực:

+ Trọng lực hướng thẳng đứng trên xuống, độ lớn $P_1 = mg = P$
+ Phản lực của sàn hướng thẳng đứng từ dưới lên $N_1 = N$,
+ Lực kéo F .
+ Lực căng T_{12} của dây nối giữa vật thứ nhất và vật thứ hai .

Vật thứ hai chịu tác dụng của 4 lực: Trọng lực $P_2 = P$, phản lực của sàn $N_2 = N$, Lực căng T_{12} kéo nó chuyển động theo chiều lực F, lực căng T_{23} ngược chiều với F.

Vật thứ ba chịu tác dụng của 4 lực: Trọng lực $P_3 = P$, phản lực của sàn $N_3 = N$, lực căng T_{23} kéo nó chuyển động theo chiều lực F, lực căng T_{34} ngược chiều lực F .

Vật thứ tư chỉ chịu tác dụng của 3 lực: Trọng lực $P_4 = P$, phản lực của sàn $N_4 = N$, lực căng T_{34} kéo vật chuyển động theo lực F.

Các cặp lực P_1 và N_1, P_2 và N_2, P_3 và N_3, P_4 và N_4 tác dụng vào vật theo phương vuông góc với phương chuyển động do lực F gây ra và cân bằng nhau từng đôi một (theo định luật III của Newton) và không gây ra hoặc ngăn cản chuyển động.

Dựa vào định luật II Newton, viết phương trình liên hệ giữa khối lượng, gia tốc và lực tác dụng vào mỗi vật ta được một hệ bốn phương trình cho phép ta tìm được a, T_{12}, T_{23} T_{34}.

Giải.

Trên cơ sở phân tích các lực tác dụng vào từng vật riêng lẻ và áp dụng định luật II Newton lần lượt cho 4 vật ta có hệ phương trình:

$$F - T_{12} = ma \qquad (1)$$

$$T_{12} - T_{23} = ma \qquad (2)$$

$$T_{23} - T_{34} = ma \qquad (3)$$

$$T_{34} = ma \qquad (4)$$

Giải hệ 4 phương trình 4 ẩn số a, T_{12}, T_{23}, T_{34} ta được:

$$a = \frac{F}{4m}; \quad T_{12} = \frac{3}{4}F; \quad T_{23} = \frac{1}{2}F; \quad T_{34} = \frac{1}{4}F$$

thay các đại lượng bằng số ta được :

$$a = 2{,}5m/s^2; T_{12} = 7{,}5N; t_{23} = 5N; T_{34} = 2{,}5N$$

Đáp số: *a) $a = 2{,}5m/s^2$; b) $T_{12} = 7{,}5N$; $T_{23} = 5N$; $T_{34} = 2{,}5N$*

Thí dụ 4.4

Một xe có khối lượng m = 1000kg bị hỏng được một xe khác kéo chuyển động trên đường nằm ngang. Hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường là $\mu = 0,1$. Lấy $g = 10m/s^2$.

Xác định tính chất chuyển động của xe khi lực kéo là:

a) F = 1000 N. b) F = 3000 N.

Bài giải

Cho: m = 1000kg

$\mu = 0,1$; $g = 10m/s^2$

$F_1 = 1000N$; $F_2 = 3000N$

Xác định tính chất chuyển động

Phân tích

Để giải bài toán này, ta vận dụng phương pháp động lực học bằng cách chọn hệ trục tọa độ xOy thích hợp và xác định các dữ kiện bài toán như: khối lượng và lực tác dụng vào xe. Tác dụng vào xe có các lực: trọng lực $\vec{P}$, lực ma sát $\vec{F}_{ms} = k\vec{P}$, phản lực của mặt đường lên xe $\vec{N} = -\vec{P}$ và lực kéo $\vec{F}$. Biểu diễn các lực tác dụng theo phương Oy, các lực $\vec{P}$ và $\vec{N}$ cân bằng nhau, lực ma sát $\vec{F}_{ms}$ và lực kéo $\vec{F}$ ngược chiều nhau:

Giải:

Để xác định tính chất chuyển động của xe ta áp dụng định luật II Newton để tính gia tốc của vật.

$$\vec{p} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} = m\vec{a}$$

$$\vec{P} + \vec{N} = 0 \text{ (2 lực cân bằng nhau)}$$

$$\vec{F}_{ms} + \vec{F} = m\vec{a}$$

vì $\vec{F}_{ms}$ và $\vec{F}$ cùng phương ngược chiều nên ta có thể viết :

$$F - F_{ms} = ma \Rightarrow a = \frac{F - F_{ms}}{m} \qquad (1)$$

a) Khi F = 1000N, thay giá trị của F và F_{ms} vào (1) ta có:

$$ma = 1000 - 1000 = 0 \quad \Rightarrow a = 0$$

⇒ vật chuyển động thẳng đều

b) Khi F = 3000 N, thay giá trị của F và F_{ms} vào (1) ta có:

$$a = \frac{3000 - 1000}{1000} = 2 \text{ m/s}^2$$

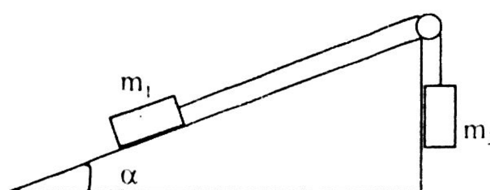
⇒ vật chuyển động nhanh dần đều

Đáp số: *vật chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $a = 2$ m/s^2*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

4.5

Một vật có khối lượng m_1 = 5kg, đặt trên mặt phẳng nghiêng và nối với một vật khác có khối lượng m_2= 2kg bằng một sợi dây không dãn vắt qua một ròng rọc bố trí ở mép bàn của mặt phẳng nghiêng. Biết góc giữa mặt phẳng nghiêng và mặt phẳng nằm ngang là $\alpha = 30^0$, hệ số ma sát giữa vật thứ nhất và mặt phẳng nghiêng là $\mu = 0,1$ (H4.2). Bỏ qua khối lượng của dây và ròng rọc. Hãy xác định:



(H4.2

a) Gia tốc chuyển động của vật đó

b) Lực tác dụng vào trục treo ròng rọc

Đáp số: *$a = 0,84$ m/s^2; $F = 38,5$ N*

4.6.

Một người có khối lượng m đứng trên sàn một thang máy. Hỏi lực nén của thân người ấy tác dụng lên sàn thang là bao nhiêu nếu thang chuyển động với gia tốc a:

a) Nhanh dần hoặc chậm dần đều lên phía trên

b) Nhanh dần đều hoặc chậm dần đều xuống phía dưới.

Áp dụng bằng số: m = 50kg, a = $1 m/s^2$ lấy g = $10 m/s^2$

Đáp số: *a)* $F_n = 550N$; $F_c = 450N$; *b)* $F_n = 450N$; $F_c = 550N$

4.7

Một ôtô đang chạy thì bị hãm phanh. Sau 2,5s ôtô dừng hẳn, quãng đường nó đi được từ lúc bắt đầu hãm là 12m. Hãy tìm:

a) Vận tốc của ôtô lúc bắt đầu hãm phanh.

b) Lực hãm trung bình tác dụng vào xe. Biết khối lượng của ôtô là 5T, chuyển động của ôtô sau khi hãm là chậm dần đều

Đáp số: *a)* $v = 9,6 m/s$; *b)* $F_{th} = 1,9.10^4 N$

Hướng dẫn: Vì ôtô chuyển động chậm dần đều, từ hai công thức:: $v = v_0 + at$ và $v_0^2 = -2as$ $\Rightarrow$ $v_0 = 2s/t$ và biểu thức của định luật II Newton ta có thể tính được gia tốc a và lực F_{tb}.

4.8

Một đoàn tàu khối lượng 1000 tấn bắt đầu chuyển bánh. Biết lực kéo của đầu tàu là $25.10^4 N$ và lực cản của chuyển động bằng 0,005 trọng lượng của cả đoàn tàu, hãy tìm:

a) Vận tốc của đoàn tàu khi nó đi được 1km.

b) Thời gian để đoàn tàu đạt được vận tốc ấy.

Đáp số: *a)* $v = 20m/s$; *b)* $t = 100s$

Hướng dẫn: Đoàn tàu chịu tác dụng của lực kéo $\vec{F_k}$, lực cản $\vec{F_c}$ những lực này đều không đổi, nên tàu chuyển động nhanh dần đều, không có vận tốc ban đầu. Sau khi đi được quãng đường s, vận tốc của nó sẽ là $v = \sqrt{2as}$ và thời gian đạt được vận tốc ấy được tính từ công thức chuyển động nhanh dần đều không có vận tốc ban đầu $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$. Ta có thể xác định gia tốc a từ biểu thức của định luật II Newton $\vec{F_k} - \vec{F_c} = m\vec{a}$.

4.9.

Một con ngựa kéo một xe chở hàng nặng P = 6000N, chuyển động đều trên một đường nằm ngang. Biết lực kéo F = 600N và hợp với mặt đường 1 góc bằng 30^0. Tìm hệ số ma sát giữa bánh xe với mặt đường.

Đáp số: *$\mu = 0,09$*

Hướng dẫn: Khi xe chuyển động đều trên phương nằm ngang thì thành phần lực kéo theo phương này $F\cos\alpha$ cân bằng với lực cản (ở đây là lực ma sát) theo phương này. Do lực kéo xiên góc nên áp lực của xe vào mặt đường giảm đi một lượng $F\sin\alpha$ do đó thành phần lực cản theo phương ngang chỉ còn lại $\mu(P - F\sin\alpha)$.

4.10

Hai vật có khối lượng lần lượt là $m_1 = 0,2kg$ và $m_2 = 0,3kg$ được nối với nhau bằng sợi dây không dãn đặt trên mặt bàn ngang.

1. Tác dụng vào vật thứ nhất một lực kéo F = 1N song song với mặt bàn. Hỏi các vật trên sẽ chuyển động với gia tốc là bao nhiêu và lực cặng dây nối giữa hai vật là bao nhiêu?

2. Tìm lực cực đại mà ta có thể tác dụng vào vật thứ nhất hoặc vật thứ hai sao cho dây nối hai vật không bị đứt, biết rằng dây ấy chịu được lực căng tối đa là $T_{cd} = 10N$.

Coi ma sát giữa các vật và mặt bàn không đáng kể, bỏ qua khối lượng của các dây nối này.

Đáp số: *1. a) $a = 2m/s^2$; $T = 0,6\ N$*

2. b) $F'_{cd} = 17\ N$; $F'_{cd} = 25\ N$

Hướng dẫn: 1) Phân tích các lực tác dụng lên từng vật và viết phương trình chuyển động cho mỗi vật ta được hệ phương trình: $F - T = m_1a$ và $T = m_2a$. Giải hệ phương trình ta tìm được a và T.

2) F_{cd} tính được từ hệ thức $T_{cd} = \dfrac{m_1F'_{cd}}{m_1 + m_2}$ và $T_{cd} = \dfrac{m_1F''_{cd}}{m_1 + m_2}$.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.11

Theo định luật 1 của Newton thì:

A. Khi hợp lực của các lực tác dụng lên một vật bằng 0 thì vật không thể chuyển động được.

B. Do quán tính nên mọi vật đang chuyển động đều có xu hướng muốn dừng lại.

C. Vật giữ nguyên trạng thái nghỉ hay chuyển động thẳng đều khi nó không chịu tác dụng của bất kì vật nào khác.

D. Với mỗi lực tác dụng đều có một phản lực trực đối.

4.12

Theo Định luật II Newton thì:

A. Khi một vật chịu tác dụng của một vật khác thì nó cũng tác dụng lên vật khác đó một phản lực trực đối.

B. Khi lực tác dụng lên vật bằng 0 thì vật chuyển động thẳng đều do quán tính.

C. Khi chịu tác dụng của một lực không đổi thì vật chuyển động với vận tốc không đổi.

D. Gia tốc của một vật tỉ lệ với lực tác dụng vào vật và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

4.13

Ta có thể coi định luật II Newton là:

A. Một biểu thức định nghĩa của lực: Lực tác dụng vào vật là đại lượng xác định bởi tích của gia tốc a và khối lượng m của vật đó; F = ma lực cùng hướng với gia tốc.

B. Một biểu thức định nghĩa của gia tốc: Gia tốc của một vật là đại lượng đo bằng thương số của lực tác dụng vào vật và khối lượng của vật đó: $a = F / m$

C. Một biểu thức của các đại lượng vô hướng: $a = F / m$

D. Một định luật về quan hệ giữa lực và phản lực trong tương tác giữa hai vật: $m_1.\vec{a_1} = - m_2.\vec{a_2}$

4.15

Trong số các câu phát biểu sau, câu nào là câu đúng:

A. Khi vật thay đổi vận tốc thì bắt buộc phải có lực tác dụng vào nó.

B. Vật bắt buộc phải chuyển động theo hướng của lực tác dụng vào nó.

C. Nếu không còn lực nào tác dụng vào vật đang chuyển động thì vật bắt buộc phải lập tức dừng lại.

D. Một vật không thể liên tục chuyển động mãi mãi nếu không có lực nào tác dụng vào nó.

4.16

Một vật chịu tác dụng của 4 lực có giá cùng nằm trong một mặt phẳng. Lực F_1 = 40N về phía phải, lực F_2 = 50N về phía trên, lực F_3 = 70N về phía trái và lực F_4 = 90N về phía dưới. Độ lớn của hợp lực là:

A. 50N C. 170N

B. 131N D. 250N

Chủ đề 5 CÁC LOẠI LỰC CƠ HỌC

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Lực đàn hồi – Định luật Húc

Trong giới hạn đàn hồi, lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ với độ biến dạng. $F = k|\Delta l|$

(hệ số tỉ lệ k gọi là độ cứng của lo xo, có đơn vị là (N/m))

2. Lực ma sát

Lực ma sát là lực tương tác giữa hai mặt tiếp xúc theo phương song song với hai mặt đó:

\+ Lực ma sát nghỉ không có hướng và giá trị xác định nhưng có một giá trị cực đại: $F_{ng} = \mu_0 N$

\+ Lực ma sát trượt luôn ngược chiều với vận tốc tương đối của hai mặt tiếp xúc: $F_{tr} = \mu N$

\+ Lực ma sát lăn cản trở chuyển động lăn của một vật trên một vật

$F_l = \mu N$ *(với μ là hệ số ma sát lăn)*

3. Lực hấp dẫn – Định luật vạn vật hấp dẫn

a. Hai vật bất kì hút nhau một lực tỉ lệ thuận với tích khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

(trong đó hệ số tỉ lệ $G = 6{,}67.10^{-11}\ \frac{Nm^2}{kg^2}$ gọi là hằng số hấp dẫn)

b. Trọng lực chủ yếu là lực hấp dẫn giữa Trái Đất (hay một thiên thể) với các vật, kết quả gây ra cho chúng một gia tốc rơi tự do.

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

Lưu ý: Lực hướng tâm là tổng hợp lực của các lực cơ học tác dụng vào một vật chuyển động tròn đều:

$$F_{ht} = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$$

4. Lực quán tính

Trong hệ quy chiếu phi quán tính (tức HQC chuyển động có gia tốc so với HQC quán tính), ngoài các lực tác dụng do các vật khác gây ra, mỗi vật còn chịu thêm một lực quán tính ngược chiều với véctơ gia tốc của hệ quy chiếu phi quán tính.

+ Lực quán tính trong HQC chuyển động thẳng với gia tốc $\vec{a}$

$$\vec{F}_q = -m\vec{a}$$

+ Lực quán tính li tâm trong HQC quay với vận tốc góc ω:

$$F_q = mr\omega^2$$

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Các bài toán trong phần này liên quan đến chuyển động của vật hoặc hệ vật dưới tác dụng của các lực cơ học như: lực hấp dẫn và trọng lực, lực đàn hồi, lực ma sát và lực cản của môi trường. Vì vậy phương pháp chung để giải chúng có thể tóm tắt như sau:

+ Áp dụng công thức tính các lực như lực hấp dẫn và trọng lực, lực đàn hồi, lực ma sát và lực cản của môi trường từ các định luật cơ bản của chúng để thực hiện các tính toán các đại lượng theo yêu cầu của bài toán

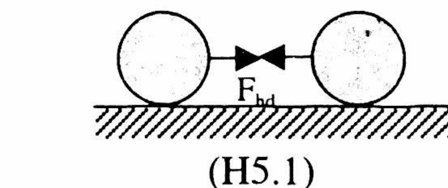
+ Chuyển động có ma sát:
  - Viết phương trình của chuyển động theo định luật II Newton
  - Chiếu phương trình đó lên các trục vuông góc với chuyển động để xác định phản lực N, suy ra độ lớn của lực ma sát: $F_{ms} = \mu N$
  - Chiếu phương trình trên lên trục chuyển động để thiết lập phương trình đại số chứa ẩn số của bài toán.
  - Thực hiện các phép tính trên phương trình đại số.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 5.1

Hai quả cầu bằng chì, mỗi quả có khối lượng 45kg, bán kính 10cm (H5.1). *Hỏi lực hấp dẫn giữa chúng có thể đạt giá trị lớn nhất là bao nhiêu?*

Bài giải



(H5.1)

Cho: $m_1 = m_2 = 45kg$

$r = 10cm$

Tìm: $F_{cđ} = ?$

Phân tích

Lực hấp dẫn giữa hai vật tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa hai vật đó vì vậy lực này sẽ đạt giá trị cực đại khi khoảng cách giữa hai vật nhỏ nhất. Trong trường hợp bài toán, vì hai vật có kích thức bằng nhau và là hai vật rắn nên khoảng cách giữa hai vật được tính từ tâm của vật này đến tâm của vật kia. Nói cách khác khoảng cách nhỏ nhất khi hai vật đặt chạm vào nhau và bằng 2R.

Giải

– Lực hấp dẫn giữa hai quả cầu : $F = G \cdot \frac{m^2}{r^2}$

(m: khối lượng mỗi quả cầu, r: khoảng cách giữa tâm hai quả cầu)

– Lực F có giá trị lớn nhất khi r nhỏ nhất, nghĩa là khi hai quả cầu đặt sát nhau: $r = 2R = 20cm$

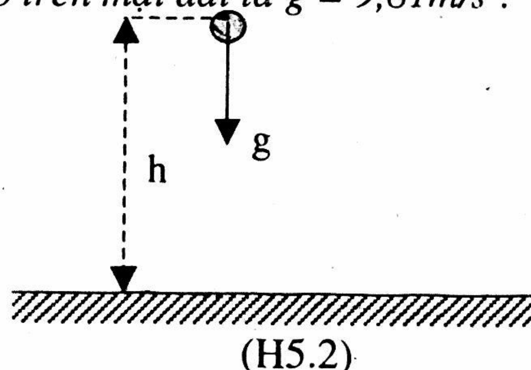
suy ra: $F = 6,68.10^{-11} \frac{(45)^2}{(0,2)^2} \approx 3,38.10^{-6}N$

Đáp số: $F = 3,38.10^{-6}N$

Thí dụ 5.2

Tìm gia tốc rơi tự do của vật ở nơi có độ cao bằng nửa bán kính Trái Đất (H5.2). *Cho biết gia tốc rơi tự do trên mặt đất là* $g = 9,81m/s^2$.

Bài giải



(H5.2)

Cho: $h = R/2$

$g_0 = 9,81m/s^2$

Tính: $g = ?$

Phân tích

Xem Trái Đất và vật ở

độ cao h là hai vật tương tác hấp dẫn với nhau, lực tương tác hấp dẫn này phụ thuộc vào khối lượng và bình phương khoảng cách giữa chúng, lực này bằng trọng lực tác dụng vào vật và từ đó ta có thể suy ra gia tốc vật (gia tốc trọng trường tại vị trí đặt vật ($g = \dfrac{GM}{(R+h)^2}$). So sánh hai trường hợp khi vật ở trên mặt đất lh = 0 và khi vật ở độ cao h = R/2 ta suy ra giá trị của g.

Giải:

Biểu thức gia tốc rơi tự do:

– Tại nơi có độ cao h : $g = G.\dfrac{M}{(R+h)^2}$

– Trên mặt đất (h = 0) : $g_0 = G\,.\,\dfrac{M}{R^2}$

$$\Rightarrow \quad \frac{g}{g_0} = \frac{R^2}{(R+h)^2} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$$

$$\Rightarrow \quad g = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 . g_0$$

Theo đề ra: $h = \dfrac{R}{2} \Rightarrow g = \dfrac{4}{9} . g_0 = 4{,}36 m/s^2$

Đáp số: *$g = 4{,}36\ m/s^2$*

Thí dụ 5.3

Một xe tải kéo một xe con (H5.3), *chuyển động thẳng nhanh dần đều không vận tốc đầu, trong 20s đi được 200m. Khối lượng của xe tải và xe con lần lượt là 5 tấn và 1 tấn. Độ cứng của dây cáp nối 2 xe là 2.10^6N/m. Bỏ qua ma sát.*

Tính độ dãn của dây cáp và lực kéo xe tải chuyển động.

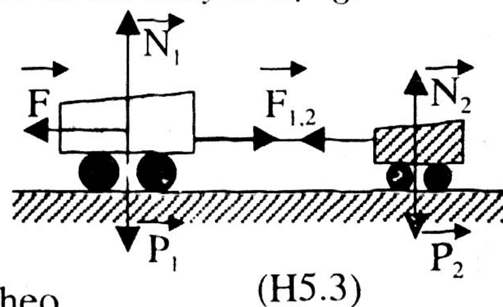
Bài giải

Cho: $v_0 = 0$; t = 20s; s = 200m

$m_1 = 5T$; $m_2 = 1T$; $k = 2.10^6$ N/m

Tính: x =?; F_k=?

Phân tích



(H5.3)

Để xác định được các đại lượng theo yêu cầu của bài toán như độ dãn x của dây cáp, lực kéo F_k của xe tải ta phải biết tính chất của dây cáp mà cụ thể là tính đàn hồi của nó. Thông qua biểu thức của lực đàn hồi ta xác định được độ dãn x của dây. Từ các

dữ kiện của bài toán ta có thể suy ra gia tốc của xe và từ đó ta có thể tính được lực đàn hồi của dây cáp.

Giải

a) Gia tốc của chuyển động của các xe được xác định:

$$s = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2} = 1m/s^2$$

Xét chuyển động của xe con:

Các lực tác dụng lên xe: trọng lực $\vec{P}$; phản lực $\vec{N}$ và lực đàn hồi của dây cáp $\vec{F_2}$, trong đó: $\vec{P_2} + \vec{N_2} = \vec{0}$

Theo định luật II Newton: $\vec{F_2} = m\vec{a_2}$

Chiếu phương trình này lên hướng chuyển động:

$$F_2 = m_2a = 1000N$$

suy ra độ dãn của dây cáp:

$$x = \frac{F_2}{k} = 0,5.10^{-3}m = 0,5mm$$

b) Xét chuyển động của xe tải:

Các lực tác dụng lên xe: trọng lực $\vec{P_1}$; phản lực $\vec{N_1}$ lực kéo $\vec{F_1}$ và lực đàn hồi của dây cáp $\vec{F_1}$, trongđó: $\vec{P_1} + \vec{N_1} = 0$.

Theo định luật II Newton :

$$\vec{F_k} + \vec{F_1} = m\vec{a}$$

Chiếu phương trình lên hướng của chuyển động:

$$F_k - F_1 = m_1a$$

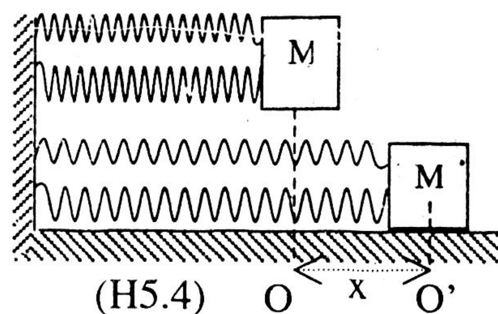
Theo định luật III Newton: $F_1 = F_2 = 1000N$

$$\Rightarrow F_k = F_1 + m_1a = 6000N.$$

***Đáp số**: a) x = 0,5mm; b)* $F_k = 6000N$

Thí dụ 5.4

Một hệ thống 2 lò xo được gắn vào vật và vào tường như hình vẽ (H5.4). *Tìm độ cứng tương đương của các lò xo. Bỏ qua ma sát*



(H5.4)

Bài giải

Cho: Hai lò xo k_1; k_2

Xác định: k_h =?

Phân tích

Khi các lò xo bị biến dạng do

ngoại lực tác dụng, trong lò xo sẽ xuất hiện lực đàn hồi, theo định luật Húc, độ lớn của lực này phụ thuộc vào độ biến dạng và độ cứng của lò xo. Trong trường hợp bài toán của ta, ngoại lực tác dụng vào vật là tổng hợp của các ngoại lực tác dụng vào từng vật $F_{nl} = F_1 + F_2$ và sẽ làm cho các lò xo biến dạng như nhau $x_1 = x_2 = x$ (vì hai lò xo bị giới hạn hai đầu tường và vật).

Giải

+ Vị trí đứng yên ban đầu của vật là O, xét khi vật ở vị trí cách O một đoạn x (H5.4). Độ biến dạng và lực đàn hồi của các lò xo thành phần là x_1, x_2, F_1, F_2.

Độ biến dạng và lực đàn hồi của lò xo tương đương là x, F.

Ta có : $F = F_1 + F_2$ (1)

$x = x_1 = x_2$ (2)

Áp dụng định luật Húc vào phương trình (1):

$$kx = k_1x_1 + k_2x_2$$

Kết hợp với phương trình (2), ta suy ra độ cứng của lò xo tương đương: $k = k_1 + k_2$

Đáp số: *$k = k_1 + k_2$*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

5.5

Mặt Trăng và Trái Đất có khối lượng lần lượt là $7,4.\ 10^{22}$kg và 6.10^{24}kg, ở cách nhau 384000km. Tính lực hút giữa chúng.

Đáp số: *$F = 2.10^{20}N$*

5.6

Khoảng cách trung bình giữa tâm của Trái Đất và tâm Mặt Trăng bằng 60 lần bán kính trái đất R. Khối lượng mặt trăng nhỏ hơn trái đất 81 lần. Tại điểm nào trên đường thẳng nối tâm của chúng, lực hút của Trái Đất và Mặt Trăng lên một vật bằng nhau?

Đáp số: *Cách tâm Mặt Trăng một khoảng x = 6R*

5.7

Một lò xo lần thứ nhất treo vào đó một vật m = 100g thấy độ dài bị dãn ra 5cm và lần thứ hai treo vào vật m' thấy dãn ra 3cm. Cho $g = 10m/s^2$.

a) Tìm độ cứng của lò xo; b) Tìm m'

Đáp số: *a) k = 20 N/m; b) m' = 40g*

5.8

Đoàn tàu hỏa gồm đầu máy và hai toa xe có khối lượng 10 tấn và 5 tấn nối với nhau theo thứ tự trên bằng những lò xo giống nhau. Khi chịu tác dụng lực bằng 500N, lò xo dãn ra 1cm. Bỏ qua ma sát. Sau khi bắt đầu chuyển động được 10s, vận tốc đoàn tàu đạt được 1m/s.

Tính độ dãn của lò xo.

Đáp số: 3cm và 1cm

5.9

Một ôtô có khối lượng m = 1tấn, chuyển động trên mặt đường nằm ngang. Hệ số ma sát lăn giữa xe và mặt đường là $\mu = 0,1$. Tính lực kéo của động cơ ôtô trong các trường hợp sau:

a) Ôtô chuyển động thẳng đều

b) Ôtô chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $a = 2m/s^2$

(lấy $g = 10m/s^2$)

Đáp số: a) 1000N; b) 3000N

5.10

Một chiếc xe lăn chuyển động thẳng đều khi được đẩy đi 1 lực F = 20N theo phương nằm ngang. Nếu chất lên xe một kiện hàng có khối lượng 20kg thì phải tác dụng lực F' = 60N theo phương nằm ngang xe mới chuyển động thẳng đều. Tìm hệ số ma sát giữa xe với mặt đường.

Đáp số: $\mu = 0,2$

5.11

Ba khối gỗ giống nhau đặt chồng lên nhau, mỗi khối có khối lượng 2kg. Hệ số ma sát giữa gỗ và gỗ là $\mu = 0,4$. Hỏi phải tác dụng một lực kéo tối thiểu bằng bao nhiêu để rút được tấm gỗ ở giữa ra ngoài.

Đáp số: $F_{min} = 24N$

Hướng dẫn: Các lực tác dụng vào khối gỗ ở giữa (khối gỗ 2) theo phương thẳng đứng gồm: áp lực do khối gỗ 1 gây ra, phản lực khối 3 tác dụng khối 2 và trọng lực của khối 2. Các lực tác dụng lên khối 2 theo phương nằm ngang gồm: lực ma sát giữa khối 1 và 2, khối 2 và 3 và lực kéo ngược chiều. Phân tích các lực tác dụng này ta rút ra điều kiện: $F \geq F_{ms1} + F_{ms2} = 24N$.

5.12

Một ô tô có khối lượng 4 tấn đang chuyển động với vận tốc 15m/s thì tắt máy. Khi đó lực tác dụng lên ôtô chỉ còn là lực ma sát giữa ôtô và mặt đường. Tính hệ số ma sát, biết rằng ôtô còn đi một đoạn đường 200m rồi mới dừng lại hẳn. Coi chuyển động của ôtô là chậm dần đều. Lấy $g = 10m/s^2$.

Đáp số: $\mu = 0{,}056$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.13

Một lò xo có chiều dài tự nhiên là 15cm. Khi giữ cố định một đầu, đầu kia được kéo bởi một lực 4,5N thì chiều dài của lò xo là 18cm. Hỏi độ cứng của lò xo bằng bao nhiêu?

A. 30N/m C. 1,5N/m

B. 25N/m D. 150N/m

5.14

Một lò xo có chiều dài tự nhiên là 20cm. Khi bị kéo dài đến 24cm xuất hiện lực đàn hồi 5N. Hỏi khi lực đàn hồi của lò xo bằng 10N, thì chiều dài của nó bằng bao nhiêu?

A. 28cm C. 48cm

B. 40cm D. 22cm

5.15

Một cơ thủ đánh vào viên bida một lực và truyền cho viên bida đó chuyển động với vận tốc ban đầu 10m/s. Hệ số ma sát trượt giữa bóng và mặt bàn là 0,1. Hỏi quả bóng đi được một đoạn đường bao nhiêu thì dừng lại?

A. 39m; C. 51m

B. 45m; D. 57m

5.16

Một thùng đựng hàng có trọng lượng 556N đặt trên sàn nhà. Hệ số ma sát nghỉ giữa thùng và mặt sàn là 0,68, hệ số ma sát trượt là 0,56. Để dịch chuyển được thùng phải tác dụng vào nó một lực tối thiểu bằng bao nhiêu theo phương nằm ngang?

A. 222N C. 334N

B. 311N D. 445N

5.17

Hai tàu biển có khối lượng m_1 = 100000 tấn và m_2 = 500000 tấn ở cách nhau một khoảng r = 0,2km. Xác định khối lượng m của một vật ở gần mặt đất chịu lực hút của Trái Đất bằng lực hấp dẫn giữa hai tàu biển kể trên. Lấy g = 9,8m/s^2.

A. m = $8,5.10^{-6}$kg B. m = 8,5kg

C. m = 8,5. 10^6 D. m = $1,27.10^{-11}$kg.

5.18

Một người có trọng lượng bằng 500N ở trên bề mặt của Trái Đất. Xác định trọng lượng của người đó trên một hành tinh có bán kính gấp 5 lần và khối lượng gấp 2 lần so với Trái Đất.

A. 1000N B. 200N

C. 100N D. 40N

5.19

Một con tàu vũ trụ ở trên Trái Đất có trọng lượng P = 144000N. Tính lực hút Trái Đất vào con tầu đó khi nó ở độ cao bằng 3 lần bán kính Trái Đất.

A. 36.000N B. 9.000N

C. 48.000N D. 16.000N

5.20

Một vật ở gần bề mặt của Mặt Trăng được Trái Đất hút với lực 18N. Khi chịu tác dụng của lực F = 4N theo phương song song với bề mặt Mặt Trăng thì sau 3s vật đó chuyển động được một đoạn dài bao nhiêu nếu vật này đang nằm yên ở độ cao 20m phía trên bề mặt Mặt Trăng.. Bỏ qua các lực cản, lấy gia tốc rơi tự do ở gần Trái Đất là g = 10m/s^2, ở gần Mặt Trăng là g' = g/6.

A. 12,5m B. 2,08m

C. 1,25m D. 10m

5.21

Lò xo của một lực kế khi treo thẳng đứng vào móc của một giá cố định có chiều dài l_1 = 10cm. Khi móc vào dưới lò xo một quả cân có khối lượng m = 100g thì chiều dài của lò xo dãn ra bằng l_2 = 15cm. Đặt quả cân lên mặt bàn nằm ngang, dùng dây nối quả cân với móc lực kế và kéo theo phương song song với mặt bàn sao cho nó trượt

thẳng đều thì thấy lò xo dãn ra chiều dài l_3 = 12cm. Xác định lực cản vào quả cân khi nó đang trượt.

A. 1N B. 4N

C. 24N D. 0,4N

5.22

Một xe tải có khối lượng m = 2tấn kéo theo một rơmoóc có khối lượng m = 1 tấn chuyển động nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ đạt vận tốc v = 10m/s khi đi được đoạn đường s = 200m. Dây cáp nối xe tải với rơmoóc bị dãn ra 0,125mm.

Tính độ cứng k của dây cáp.

A. 4.10^6N/m B. 2.10^6N/m

C. 8.10^6N/m D. 6.10^6N/m

5.23

Một kiện hàng nằm yên trên thùng xe tải khi xe bắt đầu chuyển động từ trạng thái nghỉ. Hệ số ma sát cực đại giữa kiện hàng và xe là k = 0,30. Tính thời gian ngắn nhất để xe chạy được 300m mà kiện hàng không bị trượt trên sàn xe.

A. 70s B. 4,5s

C. 14,3s D. 45s

5.24

Một viên gạch đang nằm yên trên mặt tấm ván nằm ngang, khi tăng dần độ nghiêng của tấm ván đến khi góc nghiêng giữa mặt ván và mặt đất nằm ngang là $\alpha = 30^0$ thì thấy viên gạch bắt đầu trượt về đầu dưới tấm ván. Tính hệ số ma sát nghỉ cực đại giữa gạch và gỗ.

A. 0,577 B. 1,732

C. 0,866 D. 0,500

Chủ đề 6 PHƯƠNG PHÁP ĐỘNG LỰC HỌC VÀ ỨNG DỤNG CÁC ĐỊNH LUẬT NEWTON

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Phương pháp động lực học

\+ Phương pháp hình học: Tổng hợp, phân tích lực theo quy tắc hình bình hành lực.

\+ Phương pháp đại số: sử dụng hệ tọa độ Đềcác để chiếu phương trình véctơ tổng quát $\vec{F} = m\vec{a}$ lên các trục tọa độ.

* Hệ thống và tổng quát hóa việc vận dụng các định luật cơ học bằng các bước sau:

\+ Chọn hệ quy chiếu thích hợp, xác định các dữ liệu, các yêu cầu.

\+ Phân tích các lực tác dụng vào vật. Viết phương trình chuyển động theo định luật II Newton.

\+ Chiếu phương trình véctơ lên các trục tọa độ để thiết lập các phương trình đại số.

\+ Tìm ẩn số của bài toán.

* Các dạng bài

– Nếu biết các lực tác dụng ta tính được các đại lượng động học (bài toán thuận)

– Nếu biết tính chất chuyển động, ta có thể xác định được các lực tác dụng (bài toán nghịch)

2. Các trường hợp đặc biệt

a. Chuyển động của hệ vật

\+ Ngoại lực: Lực do vật bên ngoài tác dụng lên các vật trong hệ.

\+ Nội lực: Lực tương tác giữa các vật trong hệ.

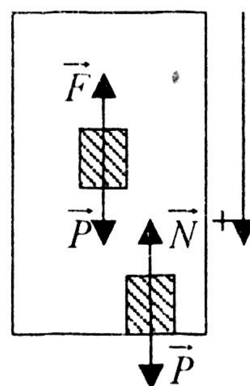
\+ Nếu các vật trong hệ chuyển động cùng gia tốc thì:

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ngoài}} = (\Sigma m)\vec{a}$$

\+ Nội lực không gây ra gia tốc cho toàn hệ.

b. Sự tăng, giảm và mất trọng lượng

\+ Phương trình: F = N = P – ma (F = N: trọng lượng)



Tùy giá trị của a có thể có:

\+ Nếu F > P: Tăng trọng lượng

\+ Nếu F < P: Giảm trọng lượng

\+ Nếu F = 0: Mất trọng lượng

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

+ Áp dụng các bước của phương pháp động lực học

+ Nếu vật chuyển động theo nhiều giai đoạn thì:

* Dùng phương pháp động lực cho mỗi giai đoạn

* Vận tốc đầu của giai đoạn sau bằng vận tốc cuối của giai đoạn trước liền kề.

* Nếu hệ gồm nhiều vật thì có thể coi hệ là một vật có khối lượng bằng tổng khối lượng của các vật trong hệ chịu tác dụng của ngoại lực nên các vật chuyển động cùng gia tốc. Có thể khảo sát từng vật riêng lẽ và lực tác dụng đều là ngoại lực

* Lực tương tác trực đối giữa các vật trong hệ (lực căng dây) đều có độ lớn như nhau.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 6.1

Một vật đặt trên mặt phẳng nghiêng hợp với mặt phẳng nằm ngang một góc $\alpha = 4^0$ (H6.1).

a. Giới hạn trên của hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt phẳng nghiêng là bao nhiêu để vật có thể trượt xuống trên mặt phẳng nghiêng đó?

b. Nếu hệ số ma sát bằng 0,03 thì gia tốc của vật bằng bao nhiêu? Khi đó thời gian vật trượt hết quãng đường s = 10m là bao nhiêu?

c. Trong điều kiện của câu hỏi (b), vận tốc của vật ở cuối quãng đường 10m bằng bao nhiêu? Cho g = 9,8 m/s²

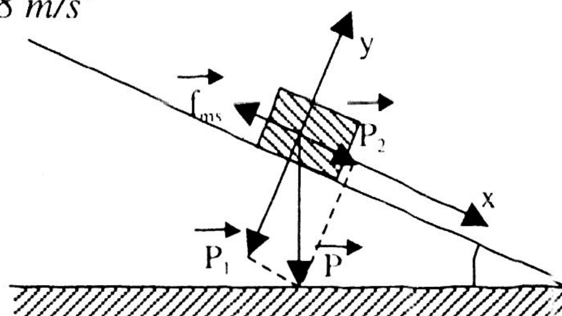
Bài giải

Cho: $\alpha = 4^0$, $\mu = 0,03$

$s = 10m$; $g = 9,8\ m/s^2$

Tìm: giới hạn của μ

$a_{0,03}$ =?; t =?; v_{10} =?



(H6.1)

Phân tích

Yêu cầu của bài toán đặt ra là phải xác định được gia tốc, vận tốc và thời gian chuyển động của vật trong điều kiện vật chịu tác dụng của các lực khi đặt trên mặt phẳng nghiêng. Như vậy, bài toán thuộc dạng biết trước lực tác dụng cần xác định chuyển động của vật nên các bước giải bài toán là:

+ Chọn hệ qui chiếu là hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ (H6.1).

+ Xác định và biểu diễn các lực tác dụng lên vật khi vật bắt đầu chuyển động.

+ Có ba lực tác dụng vào vật: Trọng lực $\vec{p} = mg$; Phản lực $\vec{N}$ của mặt phẳng nghiêng lên vật theo hướng vuông góc với mặt phẳng nghiêng; Lực ma sát $\vec{F}_{ms}$ theo hướng ngược chiều chuyển động.

Giải

Áp dụng định luật II Newton.

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} = m\vec{a}$$

Chiếu các lực lên hai trục tọa độ Ox và Oy, ta có:

$$\vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2} \longrightarrow P_2 = P.\sin\alpha$$

$$P_1 = P.\cos\alpha$$

$$\vec{P_1} + \vec{N} = 0$$

$$\vec{P_2} + \vec{F}_{ms} = m\vec{a}$$

Vì $\vec{P_2}$ và $\vec{F}_{ms}$ cùng phương ngược chiều nên có thể viết:

$$P_2 - F_{ms} = ma \text{ hay } P_2 - \mu P_1 = ma$$

$$mg.\sin\alpha - \mu mg.\cos\alpha = ma \Rightarrow a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$

a) Để vật trượt xuống được trên mặt phẳng nghiêng thì: $P_1 - F_{ms} \geq 0$

hay: $mg.\sin\alpha - \mu mg.\cos\alpha \geq 0 \Rightarrow \mu \geq \dfrac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = tg\alpha$

Vậy giới hạn của hệ số ma sát μ để vật có thể trượt trên mặt phẳng nghiêng là: $\mu_{gh} = tg\alpha = tg4^0 = 0,07$.

b) Khi vật trượt xuống theo mặt phẳng nghiêng, gia tốc của vật là:
$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$ với $\mu = 0,03$, $\alpha = 4^0$, ta tính được $a = 0,39\ m/s^2$
Vì chuyển động của vật là chuyển động nhanh dần đều với vận tốc đầu bằng 0 nên ta có: $s = \dfrac{1}{2}at^2 \Rightarrow t = \sqrt{\dfrac{2s}{a}}$

Thời gian để vật trượt hết quãng đường 10m là: $t = \sqrt{\dfrac{2.10}{0,39}} = 7,16s$

Vận tốc của vật ở cuối đoạn đường s = 10m là

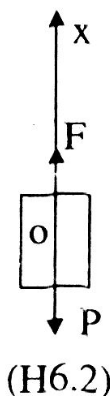
$$v_t = a.t = 0,39.\ 7,16 = 2,79m/s$$

Đáp số: *a)* $\mu_{gh} = 0,07$; *b)* $t = 7,61s$; *c)* $v = 2,79m/s$

Thí dụ 6.2

Một thang máy chuyển động từ tầng 1 lên cao thành 3 giai đoạn. Đầu tiên thang từ trạng thái đứng yên chuyển động nhanh dần đều trong 5s. Tiếp theo là thang chuyển động đều trên đoạn đường 20m và sau đó thang chuyển động chậm dần đều trên đoạn đường 5m cuối và dừng lại. Biết rằng khối lượng của thang là 1000kg, lực kéo thang ở giai đoạn 1 là F_1 = 10800N và ở giai đoạn 3 là 8400N. Bỏ qua ma sát, lấy g = 10 m/s^2. Hãy tính:

a. *Gia tốc và đường đi của thang ở giai đoạn 1*
b. *Vận tốc của thang ở giai đoạn 2*
c. *Gia tốc của thang ở giai đoạn 3 và quãng đường tổng cộng thang đi được là bao nhiêu?.*



(H6.2)

Bài giải

Cho: t_1= 5s; s_2 = 20m

s_3 =5m; m = 1000kg

F_1 = 10800N; F_3= 8400N

a_1=?; s_1=?; v_2=?; a_3=?; s=?

Phân tích

Tác dụng vào thang máy có 2 lực: Trọng lực P = mg và lực kéo F, hai lực này cùng phương nhưng ngược chiều. Theo bài ra chuyển động của thang máy được phân thành 3 giai đoạn. Vận tốc cuối cùng của chuyển động nhanh dần đều ở giai đoạn 1 sẽ là vận tốc trong chuyển động đều ở giai đoạn 2 và là vận tốc đầu của chuyển động chậm dần đều ở giai đoạn 3. Biết các lực tác dụng vào vật, áp dụng các định luật của Newton ta có thể xác định được gia tốc, vận tốc và đường đi của từng giai đoạn.

Giải:

Chọn hệ quy chiếu là trục Ox như hình vẽ, các lực tác dụng vào thang gồm trọng lực $\vec{P}$ và lực kéo $\vec{F}$. Phương trình véctơ tổng quát theo định luật II Newton cho chuyển động của thang là:

$$\vec{P} + \vec{F} = m\vec{a}$$

Vì $\vec{P}$ và $\vec{F}$ cùng phương và ngược chiều nên có thể viết:

$$F - P = ma \Rightarrow a = \frac{F-P}{m} = \frac{F-mg}{m}$$

a. Giai đoạn 1 thang chuyển động nhanh dần đều với vận tốc đầu bằng 0 do đó: $a_1 = \frac{F_1 - P}{m} = \frac{10800 - 1000.10}{1000} = 0,8m/s^2$

và $$s_1 = \frac{1}{2}a_1t^2 = \frac{1}{2}0,8.5^2 = 10m$$

b. Vì vận tốc trong giai đoạn 2 là vận tốc cuối trong giai đoạn 1 nên ta có: $v_2 = v_1 = a_1t_1 = 0,8.\ 5 = 4m/s$

c. Gia tốc của thang trong giai đoạn 3 là:

$$a_3 = \frac{F_3 - P}{m} = \frac{8400 - 1000.10}{1000} = -1,6m/s^2$$

Quãng đường đi được trong giai đoạn 3 sẽ là:

$$s_3 = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2a_3} = \frac{0 - 4^2}{2.(-1,6)} = 5m$$

Quãng đường tổng cộng thang đi được trong cả 3 giai đoạn là:

$$s = s_1 + s_2 + s_3 = 35m$$

Đáp số: *a)* $a_1 = 0,8\ m/s^2$; $s_1 = 10m$. *b)* $v_2 = 4m/s$

c) $a_3 = -1,6m/s^2$; $s = 35m$

Thí dụ 6.3

Hệ gồm hai vật A và B được nối với nhau bằng một sợi dây vắt qua ròng rọc được gắn ở bàn như hình vẽ (H6.3), khối lượng $m_A = 2kg$, $m_B = 3kg$. *Biết rằng hệ số ma sát giữa vật A với mặt bàn là* $\mu = 0,1$, *bỏ qua ma sát ở ròng rọc, lấy* $g = 10\ m/s^2$:

a) Tìm gia tốc của hệ

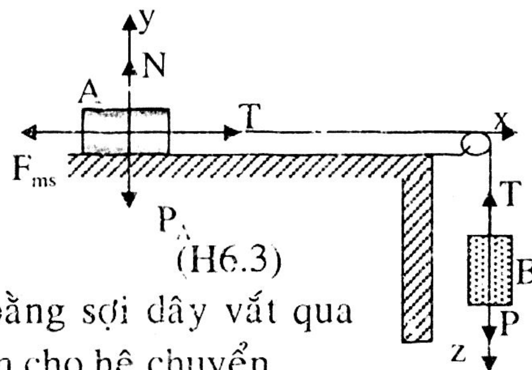
b) Tính lực căng của sợi dây

Bài giải

cho: $m_A = 2kg$; $m_B = 3kg$

$\mu = 0,1$; $g = 10m/s^2$

Tính: a =?; T=?



(H6.3)

Phân tích

Vì hai vật được nối với nhau bằng sợi dây vắt qua ròng rọc nên trọng lực của vật B làm cho hệ chuyển động xuống (vật B rơi xuống làm căng sợi dây kéo vật A trượt trên mặt bàn), do dây không dãn nên hai vật sẽ chuyển động cùng một gia tốc. Để xác định gia tốc của hệ, ta có thể tách riêng từng vật để xét bằng cách phân tích các lực tác dụng vào vật, áp dụng định luật II Newton để đưa ra các phương trình chuyển động.

Giải

a) Gia tốc của hệ

+ Xét chuyển động của vật A:

Chọn hệ quy chiếu như hình vẽ, chiều dương là chiều chuyển động của A: Vật A chịu tác dụng của 4 lực: trọng lực $\vec{P}_A$; phản lực $\vec{N}$; lực ma sát $\vec{F}_{ms}$ và lực căng $\vec{T}$ của sợi dây (H6.3).

Áp dụng định luật II Newton cho vật A ta có:

$$\vec{P}_A + \vec{N} + \vec{F}_{ms} + \vec{T} = m\vec{a}$$

Chiếu phương trình trên lên các trục tọa độ:

$$P_A - N = 0$$

$$T - F_{ms} = m_A a \qquad (1)$$

+ Xét chuyển động của vật B:

Chọn hệ quy chiếu theo phương thẳng đứng, chiều dương là chiều chuyển động của B, tác dụng lên B có 2 lực: trọng lực $\vec{P}_B$ và lực căng $\vec{T}$ của sợi dây, áp dụng định luật II Newton ta có:

$$P_B - T = m_B a \qquad (2)$$

kết hợp (1) và (2) ta được:

$$a = \frac{P_B - F_{ms}}{m_A + m_B} = \frac{m_B g - \mu m_A g}{m_A + m_B} = \frac{3.10 - 0,1.2.10}{2 + 3} = 5,6 m/s^2$$

b) Tính lực căng của sợi dây: Từ phương trình (1) ta có:

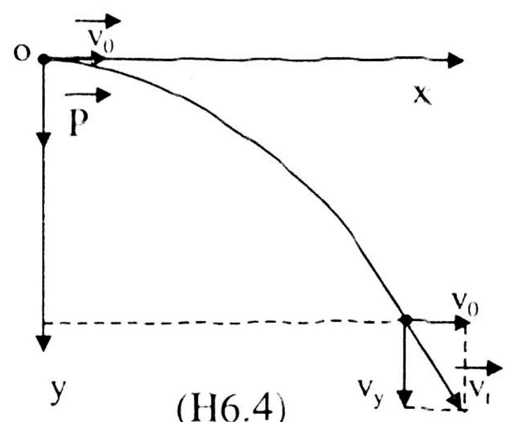
$$T = F_{ms} = m_A a \Rightarrow T = F_{ms} + m_A a = m_A a + \mu m_A g$$

Thay số vào ta được; $T = 2(5,6 + 0,1.\ 10) = 13,2N$

Đáp số: *a) $a = 5,6 m/s^2$; b) $T = 13,2\ N$*

Thí dụ 6.4

Từ độ cao h = 80m, người ta ném một quả cầu theo phương nằm ngang với vận tốc ban đầu v_0 = 20m/s. Xác định vị trí và vận tốc của quả cầu khi chạm đất. Cho rằng sức cản của không khí không đáng kể có thể bỏ qua, lấy $g = 10m/s^2$.



(H6.4)

Bài giải

Cho: h = 80m; v_0 = 20m/s

$g = 10m/s^2$

Tìm: x =?; v =?

Phân tích

Vật được ném từ độ cao h theo phương ngang với vận tốc ban đầu là v_0, theo nguyên lí độc lập chuyển động, nếu bỏ qua ma sát thì theo phương ngang vật sẽ chuyển động đều với vận tốc đúng bằng vận tốc v_0. Theo phương thẳng đứng, vật chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ có giá trị không đổi vì vậy vật chuyển động rơi tự do với gia tốc không đổi bằng $\vec{g}$. Như vậy, vật đồng thời tham gia hai chuyển động và tại thời điểm t vật có vận tốc là $\vec{v_t}$ như hình vẽ (H6.4). Để xác định được các đại lượng theo yêu cầu bài toán ta xét chuyển động độc lập của vật theo các phương khác nhau sau đó quy về chuyển động tổng hợp.

Giải:

Chọn hệ trục tọa độ như hình vẽ, vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực theo phương thẳng đứng, do đó theo phương ngang vật chuyển động theo quán tính với vận tốc v_0 = 20m/s và quãng đường đi được sẽ được xác định: $x = v_0t$.

Quãng đường rơi theo phương thẳng đứng được xác định theo công thức: $y = \frac{1}{2}gt^2$ (với y = h = 80m) vì vậy thời gian rơi sẽ là:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.80}{10}} = 4s$$

Trong thời gian đó quãng đường quả cầu bay được theo phương ngang là: $x = v_0t = 20 \times 4 = 80m$

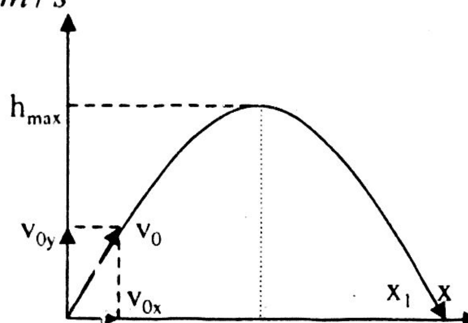
Theo hình vẽ ta có: $v_t = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = \sqrt{(gt)^2 + v_0^2}$

Khi quả cầu chạm đất (sau khi đã rơi được 4s), lúc đó vận tốc của quả cầu sẽ là: $v_t = \sqrt{(10.4)^2 + 20^2} \approx 44,7m/s$

Đáp số: *$x = 80m$; $v_t = 44,7m/s$*

Thí dụ 6.5

Một khẩu đại bác đặt trên mặt phẳng nằm ngang bắn ra viên đạn có vận tốc ban đầu v_0 = 500m/s theo phương xiên góc với phương nằm ngang 1 góc $\alpha = 60^0$.



(H6.5)

Tìm độ cao cực đại và tầm bay xa mà viên đạn có thể đạt được. Bỏ qua sức cản của không khí, lấy $g = 10m/s^2$.

Bài giải

Cho: $v_0 = 500m/s$

$\alpha = 60^0$; $g = 10m/s^2$

$h_{max}=?$; $x_{max} =?$

Phân tích

Khác với trường hợp vật ném ngang, trong trường hợp này vật sau khi được truyền vận tốc theo phương lập với phương ngang 1 góc α, trong quá trình chuyển động vật chỉ còn chịu tác dụng của trọng lực (bỏ qua sức cản của không khí), vì vậy có thể coi chuyển động của vật là chuyển động tổng hợp của hai chuyển động thành phần theo phương ngang và phương thẳng đứng. Theo phương ngang, vật chuyển động theo quán tính với vận tốc $v_x = v_0 \cos\alpha$ (chuyển động đều). Theo phương thẳng đứng vật chuyển động ban đầu đi lên (chậm dần đều) đến khi đạt đến độ cao cực đại (tại đó $v_y = 0$) vật bắt đầu rơi tự do trở lại (nhanh dần đều). Phương trình vận tốc theo phương thẳng đứng là: $v_y = v_0\sin\alpha - gt$. Như vậy, bằng cách phân tích chuyển động thành các thành phần riêng rẽ theo các trục tọa độ ta có thể tìm được các đại lượng theo yêu cầu của bài toán.

Giải

Chọn hệ trục tọa độ như hình vẽ, vị trí của pháo khi bắn đặt tại gốc tọa độ. Vận tốc $\vec{v_0}$ được phân tích thành hai thành phần:

$$\vec{v_0} = \vec{v_{0x}} + \vec{v_{oy}}$$

(trong đó: $v_{0x} = v_0.\cos\alpha$ và $v_{0y} = v_0\sin\alpha$)

Phương trình chuyển động của đạn theo trục Ox là:

$$x = v_{0x}.t = v_0\cos\alpha.\ t = 250t \qquad (1)$$

Phương trình chuyển động của đạn theo trục Oy là:

$$y = v_{0y}.t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0\sin\alpha.\ t - \frac{1}{2}gt^2 = 433t - 5t^2 \qquad (2)$$

Đạn chạm đất khi y = 0, thời gian t để viên đạn bay cho đến khi chạm đất là: $t = 86,6s$

Tầm bay xa của viên đạn: $x = 250t = 21650m = 21,65km$

Khi viên đạn đạt đến độ cao cực đại $v_y = 0$

$$v_y = v_0\sin\alpha - gt = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$$

Vậy độ cao cực đại của viên đạn sẽ là: $h_{max} = v_{0y}.t - \frac{1}{2}gt^2$

Thay giá trị của t vào ta được:

$$h_{max} = \frac{1}{2}\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} = \frac{1}{2}\frac{500^2.\sin^2 60^0}{10} = 9374m$$

Đáp số: *h_{max} = 9374m; x_{max} = 21,65km*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

6.6

Một người dùng dây kéo một vật có khối lượng 5kg trượt đều trên mặt phẳng ngang. Phương của dây kéo tạo với phương nằm ngang một góc 30^0.

Hãy tính lực kéo. Cho biết hệ số ma sát $\mu = 0,3$.

Đáp số: *F = 14,8N*

6.7

Một ôtô có khối lượng 4 tấn chuyển động đều trên mặt cầu cong vồng lên. Bán kính cong của mặt cầu là 50m. Hỏi khi ôtô lên đến điểm cao nhất của mặt cầu thì áp lực của ôtô lên cầu và lực phát động tác dụng lên ôtô là bao nhiêu? Biết hệ số ma sát giữa ôtô và mặt cầu là 0,05 và vận tốc của ôtô là 15m/s.

Đáp số: *Q = 22000N; F = 1100N*

6.8

Một vật có khối lượng m_1 = 5kg được đặt trên một mặt phẳng nghiêng và nối với một vật có khối lượng m_2 = 2 kg bằng một sợi dây vắt qua một ròng rọc cố định bố trí ở mép mặt phẳng nghiêng. Cho rằng góc nghiêng của mặt phẳng nghiêng so với phương nằm ngang là $\alpha = 36^0$. Hệ số ma sát giữa vật thứ nhất với mặt phẳng nghiêng là $\mu = 0,1$, coi dây nối không dãn và khối lượng không đáng kể. Hãy xác định:

a) Gia tốc chuyển động của các vật

b) Lực tác dụng vào trục treo ròng rọc.

Đáp số: *a) = 0,84 m/s^2; b) N = 38,5N*

6.9

Một vật được ném theo phương nằm ngang với vận tốc 2m/s ở độ cao 20m. Hỏi vật chạm đất sau bao nhiêu giây và điểm chạm đất

cách chân đường thẳng đứng hạ từ vị trí ném vật xuống mặt đất là bao nhiêu?

Đáp số: *a) $t = 2s$; b) $s = 4m$*

6.10

Một ôtô có khối lượng 4000kg bắt đầu chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang. Trong 4 giây đầu, chuyển động được coi là nhanh dần đều và đạt được vận tốc là 5m/s. Tính áp lực của ôtô lên mặt đường và lực phát động của nó (biết rằng hệ số ma sát $\mu = 0,02$ và lấy $g = 10\ m/s^2$).

Đáp số: *$Q = 40000N$ và $F_{pd} = 5800N$*

Hướng dẫn: Phân tích các lực tác dụng vào xe: Ôtô chịu tác dụng của 4 lực: trọng lực $\vec{P}$; phản lực $\vec{N}$; lực ma sát $\vec{F}_{ms}$ và lực phát động $\vec{F}$ của máy. Chiếu phương trình tổng quát:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} + \vec{F} = m\vec{a}$$

lên phương ngang ta có $Q = N = P = mg = 40000N$

+ Gia tốc của vật là: $v_t = v_0 + at \Rightarrow a = 1,25\ m/s^2$

$$\Rightarrow F_{pd} = ma + F_{ms} = ma + \mu Q = 5800N$$

6.11

Một vật trượt từ đỉnh một cái dốc phẳng dài 55m, cao h = 33m xuống không vận tốc ban đầu. Hệ số ma sát giữa vật và mặt dốc là 0,2. Hãy tính thời gian trượt hết chiều dài của dốc và vận tốc của người đó ở cuối chân dốc.

Đáp số: *$a = 4,4\ m/s^2 \Rightarrow v = 17,04\ m/s$; $t = 5s$*

Hướng dẫn: Người chịu tác dụng của 3 lực: trọng lực $\vec{P}$; phản lực $\vec{N}$; lực ma sát $\vec{F}_{ms}$. Viết phương trình véctơ theo định luật II Newton sau đó chiếu lên phương chuyển động và phương vuông góc của nó ta xác định được gia tốc $a = 4,4m/s^2$. Thay a vào công thức: $v^2 - v_0^2 = 2as$, ta xác định được vận tốc cuối chân dốc, từ đó xác định được t.

6.12

Ở cùng một độ cao, người ta đồng thời ném ra hai vật theo cùng một phương nằm ngang với vận tốc ban đầu lần lượt là 10m/s và 20 m/s. Sau 3s cả hai vật đều đồng thời chạm đất. Tính độ cao của vị trí ném vật và khoảng cách giữa hai điểm chạm đất của hai vật đó.

Đáp số: *$h = 45m$; $x_B - x_A = 30m$*

Hướng dẫn:

+ Áp dụng phương pháp xác định các thành phần chuyển động trong bài toán vật ném ngang để xác định h:

$$y = h = \frac{1}{2}gt^2 = 45\text{m}.$$

+ Xét chuyển động của hai vật theo phương ngang với các phương trình chuyển động:

$x_A = 10t$ và $x_B = 20t$ từ đó suy ra $x_B - x_A = 30\text{m}$.

6.13

Một ô tô nặng 2 tấn chuyển động đều với vận tốc 10m/s trên mặt đường võng xuống thành cung tròn bán kính 40m. Tính áp lực của ôtô lên mặt đường khi đi qua điểm thấp nhất của mặt đường võng.

***Đáp số:** Q = 25000N*

6.14

Một sợi dây vắt qua một ròng rọc, hai đầu dây buộc hai vật A và B có khối lượng lần lượt là 200g và 800g. Vật A trượt dọc theo mặt phẳng nghiêng 6^0 so với phương nằm ngang. Vật B chuyển động trong không gian theo phương thẳng đứng. Cho lực ma sát và lực cản không đáng kể. Tính gia tốc của A và B.

Đáp số: $a = 7m/s^2$

Hướng dẫn: Phân tích các lực tác dụng vào từng vật: Vật A chịu tác dụng của ba lực: trọng lực $\vec{P_A}$; phản lực $\vec{N_A}$; lực căng dây $\vec{T}$. Vật B chịu tác dụng của hai lực: trọng lực $\vec{P_B}$ và lực căng dây $\vec{T}$. Viết phương trình chuyển động theo định luật II Newton và chiếu lên phương chuyển động, kết hợp các phương trình ta tìm được:

$$a = \frac{m_B - 0,5m_A}{m_B + m_A} = 7\text{m/s}^2$$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.15

Một đầu máy khối lượng m = 40 tấn kéo theo toa xe khối lượng m' = 20 tấn, chuyển động trên đoạn đường nằm ngang với gia tốc không đổi a = 0,25m /s^2. Hệ số ma sát giữa các bánh xe và đường ray là 0,025.

a. Tính lực phát động của động cơ kéo đoàn tàu.

b. Tính lực căng T tại chỗ nối đầu máy với toa xe.

A. F = 2.000N; T = 20.000N

B. F = 30.000N; T = 10.000N

C. F = 20.000N; T = 5.000N

D. F = 10.000N; T = 5.000N

6.16

Một máy AT–Út có một ròng rọc mang hai quả cân m = 1kg và m' = 1,2kg ở hai đầu một sợi dây không dãn. Khối lượng của ròng rọc và dây không đáng kể. Bỏ qua ma sát, lấy g = 10m/s^2. Hãy xác định:

a. Hướng và độ lớn gia tốc mỗi quả cân.

b. Lực căng T và T' ở mỗi đầu dây.

A. a = 0,91 m/s^2 hướng thẳng đứng lên, a' = a hướng thẳng đứng xuống. T = 26,6N hướng thẳng đứng lên, T' = T hướng thẳng đứng lên.

B. a = 16,6 m/s^2 hướng thẳng đứng lên, a' = a hướng thẳng đứng xuống. T = 26,6N hướng thẳng đứng lên, T' = T hướng thẳng đứng lên.

C. a = 0,91 m/s^2 hướng thẳng đứng lên, a' = a hướng thẳng đứng xuống. T = 10,91N hướng thẳng đứng lên, T' = T hướng thẳng đứng lên.

D. a = 0,2 m/s^2 hướng thẳng đứng lên, a' = a, hướng thẳng đứng xuống. T = 12N hướng thẳng đứng lên, T' = 10N hướng thẳng đứng lên.

6.17

Một máy bay bay theo vòng nhào lộn hình tròn bán kính R = 400m trong mặt phẳng thẳng đứng với vận tốc dài v = 150m/s. Tính áp lực do người lái có khối lượng m = 60kg đè lên ghế ngồi khi máy bay ở điểm thấp nhất của quỹ đạo.

A. 2775N　　B. 3375N

C. 600N　　D. 3975N

6.18

Một sợi dây không dãn chiều dài l = 60cm được buộc vào một móc treo A, đầu dưới dây có một quả cầu khối lượng m = 100g. Khi móc quay quanh trục thẳng đứng với vận tốc không đổi thì thấy quả cầu chuyển động tròn đều theo quỹ đạo có đường kính 40cm ở trong mặt phẳng vuông góc với trục quay.

a. Tính lực căng T của dây.

b. Tính tần số quay n của quả cầu.

A. T = 1,8N; n = 86 vòng/s

B. T = 1,06N; n = 0,665 vòng/s

C. T = 0,3N; n = 0,35 vòng/s

D. T = 1061N; n = 1,51 vòng/s

6.19

Tính lực tối thiểu cần ép một khối thủy tinh khối lượng m = 50g theo phương nằm ngang để giữ cho nó nằm yên sát với bề mặt của bức tường thẳng đứng bằng đá hoa. Biết hệ số ma sát nghỉ cực đại giữa thủy tinh và đá hoa là $\mu = 0,2$.

A. 2,45N B. 24,5N C. 0,41N D. 0,49N

6.20

Một cốc nước khối lượng m = 400g được đặt lên mặt một tờ bìa khối lượng m = 20g nằm trên mặt bàn phẳng rất nhẵn nằm ngang. Hệ số ma sát nghỉ cực đại giữa bìa và cốc là $\mu = 0.25$. Ma sát giữa tờ bìa và mặt bàn không đáng kể.

Tính lực cần tác dụng lên tờ bìa theo phương nằm ngang để có thể kéo nó chuyển động ra khỏi đáy cốc.

A. F = 9,8N B. F> 0,98N C. F = 0,049N D. F = 98N

6.21

Một người có khối lượng m = 50kg ngồi trên xe trượt có khối lượng $m' = 10$kg trượt nhanh dần đều trên mặt dốc nghiêng 50^0 so với phương thẳng đứng. Hệ số ma sát trượt $\mu = 0,3$. Tính gia tốc của xe (biết $\cos 40^0 = 0,766$; $\sin 40^0 = 0,643$ và $g = 10m/s^2$)

A. $4,2m/s^2$ B. $4,5\ m/s^2$

C. $6,6\ m/s^2$ D. $5,7\ m/s^2$

6.22

Có 3 tấm bêtông giống nhau xếp chồng lên nhau trên mặt đất nằm ngang, mỗi tấm có khối lượng m = 60kg. Hệ số ma sát nghỉ cực đại giữa các tấm bêtông là 0,3.

Xác định lực kéo theo phương nằm ngang đặt vào tấm giữa để làm cho nó trượt được giữa hai tấm kia. Lấy $g = 9,8\ m/s^2$

A. 52,9N B. 35,3N

C. 5,3N D. 53N

6.23

Một ôtô khối lượng m = 1500kg đang chuyển động với vận tốc v = 88km/h thì tắt máy đột ngột và chuyển động chậm dần đều. Ôtô trượt được trên đường nằm ngang một đoạn đường dài bao nhiêu? Cho hệ số ma sát trượt $\mu = 0,2$

A. 607,5m B. 1975,5m

C.152m D.15,1m

6.24

Một xe điện đang chạy với vận tốc v = 10m/s trên đường ray thẳng nằm ngang thì bị mất điện. Xe chạy thêm 25s nữa rồi mới dừng hẳn. Nếu người lái hãm phanh để các bánh xe không lăn mà trượt thì xe sẽ dừng lại sau khi hãm phanh 10s. Tính tỉ số giữa hệ số ma sát nghỉ và hệ số ma sát lăn.

A. 25 B. 12,5 D. 50

D. Không tính được vì không biết được khối lượng xe điện

6.25

Một hòn đá khối lượng m = 100g được ném lên cao theo phương thẳng đứng với vận tốc ban đầu v = 20m/s. Hòn đá chuyển động chậm dần đều lên tới độ cao h = 20m thì rơi trở về mặt đất. Tính lực cản của không khí vào hòn đá.

A. – 1N B. 0N

C. 3N D.1000N

6.26

Treo một quả cân vào móc lực kế, lực kế chỉ 0,5N khi ở trên Mặt Trăng. Biết gia tốc rơi tự do ở trên Mặt Trăng nhỏ hơn trên mặt Đất 6 lần. Xác định trọng lượng của quả cân đó khi nó được treo trong

con tàu vũ trụ đang được phóng thẳng đứng lên từ bề mặt Trái Đất với gia tốc có độ lớn a = 3g.

A. 3N B. 9N

C. 0,2N D. 12N

6.27

Một người có khối lượng m = 50kg xách một valy khối lượng m' = 10kg đứng trên sàn thang máy đang chuyển động biến đổi đều. Áp lực do người đó tác dụng lên sàn là 540N. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Xác định hướng và độ lớn của gia tốc thang máy khi đó.

A. 9.8 m/s^2 hướng thẳng đứng xuống.

B. 1 m/s^2 hướng thẳng đứng xuống.

C. 19 m/s^2 hướng thẳng đứng lên.

D. 1,2 m/s^2hướng thẳng đứng xuống.

6.28

Một quả cân có khối lượng m_1 = 5kg được treo vào đầu một sợi dây mềm không dãn. Dây vắt qua rãnh một ròng rọc, đầu dây còn lại nối với móc của xe lăn khối lượng m_2 đặt ở phần dưới một ván phẳng nhẵn nghiêng 30^0 so với phương nằm ngang. Bỏ qua ma sát, khối lượng của dây và ròng rọc. Tính khối lượng của xe khi nó chuyển động thẳng đều trên mặt ván.

A. m_2 = 2,5kg; B. m_2 = 5,77kg

C. m_2 = 5kg; D. m_2 = 10kg

Chương 3

CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Chủ đề 7

ĐỘNG LƯỢNG – ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Hệ kín (hay hệ cô lập)

Một hệ vật được gọi là hệ kín nếu các vật trong hệ chỉ tương tác với nhau mà không tương tác với các vật ngoài hệ.

Trong hệ kín chỉ có các nội lực từng đôi một tuân theo định luật III Newton, không có ngoại lực tác dụng vào các vật trong hệ.

2. Động lượng $\vec{P}$ của một vật là đại lượng véctơ bằng tích của khối lượng m với vận tốc $\vec{v}$ của vật đó:

$$\vec{P} = m\vec{v} \qquad [P] = kg.m/s$$

Động lượng của một hệ bằng tổng véctơ động lượng của các vật trong hệ: $\vec{P} = \Sigma\vec{P}$

3. Định luật bảo toàn động lượng

* Tổng động lượng của một hệ kín được bảo toàn

* Nếu hệ là hệ kín gồm hai vật có khối lượng m_1 và m_2 tương tác nhau thì định luật bảo toàn động lượng được diễn tã bằng biểu thức: $m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = m'_1\vec{v'_1} + m'_2\vec{v'_2}$

(trong đó v_1 và v'_1 là vận tốc của vật 1 trước và sau tương tác, v_2 và v'_2 vận tốc của vật 2 trước và sau tương tác).

Chú ý. Trong trường hợp ngoại lực khác không nhưng hình chiếu của chúng trên phương nào đó triệt tiêu thì động lượng được bảo toàn theo phương này (bảo toàn theo phương).

4. Dạng khác của định luật II Newton

Độ biến thiên động lượng $\Delta\vec{P}$ của vật trong khoảng thời gian Δt bằng xung của lực $\vec{F}\Delta t$ của lực $\vec{F}$ tác dụng lên vật trong khoảng thời gian đó. Biểu thức: $\Delta\vec{P} = \vec{F}\Delta t$

5. Ứng dụng của định luật bảo toàn động lượng

a. Súng giật lúc bắn: Gọi M, m, $\vec{V}$ và $\vec{v}$ lần lượt là khối lượng, vận tốc của súng và đạn, vận tốc của súng sau khi bắn được tính:

$$\vec{V} = -\frac{m}{M}\vec{v}$$

b. Đạn nổ: Gọi khối lượng của viên đạn đang bay với vận tốc $\vec{v}$ là m, nổ thành hai mảnh có khối lượng m_1, m_2 bay với vận tốc $\vec{v_1}$ và $\vec{v_2}$, ta có: $m\vec{v} = m\vec{v_1} + m\vec{v_2}$

c. Chuyển động bằng phản lực: Là chuyển động do tương tác bên trong làm cho một bộ phận của vật tách khỏi vật và chuyển động về một hướng phần còn lại chuyển động theo hướng ngược lại, vận tốc của phần này được tính: $\vec{V} = -\frac{m}{M}\vec{v}$

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Khi giải các bài tập về áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có thể thực hiện theo các bước sau:

* Xác định hệ kín và phương chiều các véctơ động lượng, vận tốc của các vật trong hệ (*xác định hệ đang khảo sát, phân tích các lực tác dụng lên hệ, xem xét có thể áp dụng được định luật bảo toàn động lượng được hay không. Nếu ngoại lực triệt tiêu thì áp dụng trực tiếp định luật bảo toàn động lượng, nếu ngoại lực không triệt tiêu có thể áp dụng định luật bảo toàn động lượng theo phương có ngoại lực triệt tiêu*).

* Xác định các giai đoạn khảo sát (viết động lượng của hệ trước và sau khi xảy ra tương tác)

* Áp dụng định luật bảo toàn động lượng (nếu các vật tương tác trong các hệ quy chiếu khác nhau thì phải đưa vật về cùng một hệ quy chiếu dựa vào công thức cộng vận tốc)

$\overrightarrow{v_{13}} = \overrightarrow{v_{12}} + \overrightarrow{v_{23}}$ và $\overrightarrow{v_{12}} = \overrightarrow{v_{21}}$)

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 7.1

Một khẩu pháo có khối lượng m_1 = 13000kg được đặt trên một toa xe nằm trên đường ray có khối lượng là m_2 = 2000kg khi chưa nạp đạn. Viên đạn được bắn theo phương nằm ngang dọc theo đường ray có khối lượng m_d = 100kg. Vận tốc của đạn khi ra khỏi nòng súng là v_0 = 500m/s so với súng. Hãy xác định vận tốc của toa xe sau khi bắn trong những trường hợp sau:

1. *Toa xe ban đầu đứng yên*
2. *Toa xe ban đầu chuyển động với vận tốc v_1 = 18km/h theo chiều bắn của viên đạn*
3. *Toa xe ban đầu chuyển động với vận tốc v_1 = 18km/h theo chiều ngược lại chiều bắn của viên đạn*

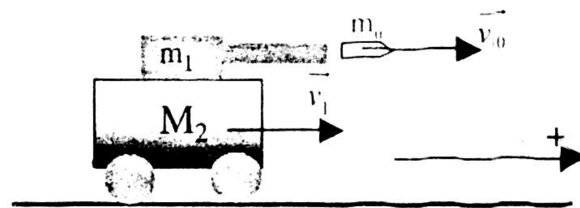
Bài giải:

Cho: m_1=15000kg

m_2 = 100kg; v_0 = 500m/s

v_1 = 18 km/h = 5 m/s

Tìm v_2 =?



(H7.1)

Phân tích

Trước khi bắn "pháo – toa xe – đạn" làm thành một hệ (đạn nằm trong súng) vì vậy có chung vận tốc v_1. Sau khi bắn, đạn được cung cấp một vận tốc v_0 so với súng, vì vậy vận tốc của đạn so với mặt đất sẽ là $\vec{v}_d = \vec{v}_1 + \vec{v}_0$. Nếu xét hệ "xe – pháo – đạn" và bỏ qua mọi ma sát thì hệ này có thể xem là hệ kín (do nội lực tương tác rất lớn giữa súng và đạn xảy ra trong thời gian ngắn).

Chọn chiều dương theo chiều chuyển động của đạn, mọi chuyển động ngược chiều đều có giá trị (–).

Giải

Chọn hệ quy chiếu gắn liền với Trái Đất, trục tọa độ Ox trùng với đường ray, chiều dương là chiều chuyển động của đạn:

1. Trường hợp toa xe đứng yên:

Trước khi bắn vận tốc của hệ "toa xe – pháo – đạn" bằng 0 do đó động lượng của hệ bằng 0. Sau khi bắn vận tốc của đạn là $v_d = v_0$, vì vậy tổng động lượng của hệ là:

$$(m_1 + m_2)v_2 + m_d v_0.$$

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$(m_1 + m_2)v_2 + m_d v_0 = 0 \Rightarrow v_2 = -\frac{m_d v_0}{(m_1 + m_2)}$$

Thay số vào ta được: $v_2 = -\dfrac{100.500}{(13000+2000)} = 3,33 m/s$

Như vậy sau khi bắn, toa xe chở pháo chuyển động ngược chiều với chiều chuyển động của đạn.

2. Trường hợp toa xe chuyển động cùng chiều với chiều bắn.

Trước khi bắn hệ "toa xe – pháo – đạn" có động lượng là:

$$(m_1 + m_2 + m_d)v_1$$

Sau khi bắn động lượng của hệ là:

$$(m_1 + m_2)v_2 + m_d(v_0 + v_1).$$

Theo định luật bảo toàn động lượng:

$$(m_1 + m_2 + m_d)v_1 = (m_1 + m_2)v_2 + m_d(v_0 + v_1)$$

Từ đó ta có $v_2 = \dfrac{(m_1 + m_2 + m_d)v_1 - m_d(v_0 + v_1)}{(m_1 + m_2)}$

Thay số vào ta được:

$$v_2 = \frac{5(13000 + 2000 + 100) - 100(500 + 5)}{(13000 + 2000)} = 1,67 m/s$$

Toa xe chuyển động theo chiều bắn nhưng vận tốc giảm đi.

3. Trường hợp toa xe chuyển động ngược với chiều bắn

Trước khi bắn, hệ "toa xe – pháo – đạn" có động lượng là:

$$-(m_1 + m_2 + m_d)v_1$$

Sau khi bắn động lượng của hệ là:

$$(m_1 + m_2)v_2 + m_d(v_0 - v_1).$$

Theo định luật bảo toàn động lượng:

$$-(m_1 + m_2 + m_d)v_1 = (m_1 + m_2)v_2 + m_d(v_0 - v_1)$$

Từ đó ta có $v_2 = \dfrac{-(m_1 + m_2 + m_d)v_1 - m_d(v_0 - v_1)}{(m_1 + m_2)}$

Thay số vào ta được:

$$v_2 = \frac{-5(13000 + 2000 + 100) - 100(500 - 5)}{(13000 + 2000)} = -8,33 m/s$$

Vận tốc của toa xe vẫn như cũ nhưng tăng lên.

Đáp số: *1. v = –3,33m/s; 2. v = 1,67m/s; 3. v = – 8,33m/s*

Thí dụ 7.2

Một viên đạn có khối lượng m đang bay ngang với vận tốc v_0 = 12,5m/s thì nổ và vỡ thành hai mảnh. Mảnh thứ nhất có khối lượng m_1 = 0,5kg bay hướng thẳng đứng xuống dưới với vận tốc $v_1 = 20\sqrt{3}$ m/s, mảnh thứ hai

khối lượng $m_2 = 0,3kg$ (H7.2). Coi khối lượng thuốc nổ trong viên đạn là bé so với mảnh đạn ($m = m_1 + m_2$). Tìm hướng và độ lớn của mảnh thứ hai ngay sau khi đạn nổ.

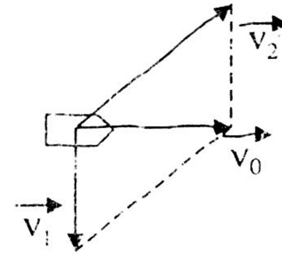
Bài giải

Cho: $m_1 = 0,5kg$; $m_2 = 0,3kg$

$v_1 = 20\sqrt{3}$ m/s.

v_2 =? (hướng và độ lớn)

Phân tích



(H7.2)

Ngay trước khi đạn nổ, động lượng của viên đạn là một véc tơ có độ dài mv_0 và có phương nằm ngang. Ngay sau khi đạn nổ, mảnh thứ nhất có động lượng là một véctơ có chiều dài m_1v_1, có phương thẳng đứng và chiều hướng xuống phía dưới. Phần thuốc nổ sau khi cháy đã biến thành hơi và có động lượng riêng của nó, tuy nhiên phần động lượng này có thể bỏ qua vì khối lượng của thuốc theo bài ra được xem là không đáng kể.

Ngoại lực tác dụng lên hệ ở đây là trọng lực mà thời gian tác dụng lại rất ngắn nên xung của trọng lực đó rất nhỏ vì vậy không làm thay đổi động lượng tổng cộng của hệ một cách đáng kể, có thể xem động lượng của hệ được bảo toàn.

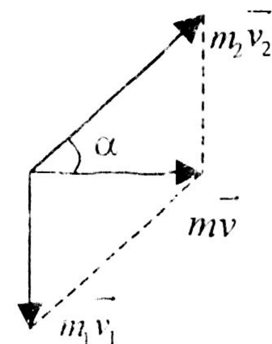
Giải

Gọi $\vec{v}$ là vận tốc của viên đạn trước khi nổ, $\vec{v_1}$ và $\vec{v_2}$ là vận tốc của mảnh thứ nhất và thứ hai sau khi nổ:

+ Động lượng của đạn trước khi nổ: $m\vec{v}$

+ Động lượng của đạn sau khi nổ: $m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2}$

Ta chuyển giản đồ véctơ vận tốc qua véctơ động lượng (H7.3). Áp dụng định lí Pitago ta có:



$$(m_2\vec{v_2})^2 = (m_1\vec{v_1})^2 + (m\vec{v})^2$$

$$\Rightarrow v_2^2 = \frac{(m_1v_1)^2 + (mv)^2}{m_2^2} = 66,7 \text{ m/s}$$

Mặt khác: $\quad tg\alpha = \dfrac{m_1v_1}{mv} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^0$

Đáp số: *$v_2 = 66,7m/s$, lập với phương ngang một góc $\alpha = 60^0$*

Thí dụ 7.4

Một người có khối lượng m_1 = 50kg nhảy từ một chiếc xe có khối lượng m_2 = 80kg đang chạy theo phương nằm ngang với vận tốc v = 3m/s, vận tốc nhảy của người đó đối với xe là v_0 = 4m/s. Tính vận tốc của xe sau khi người ấy nhảy trong hai trường hợp:

a) nhảy cùng chiều

b) nhảy ngược chiều

Bài giải

Cho: $m_1 = 50kg$; $m_2 = 80kg$

$v = 3m/s$; $v_0 = 4m/s$

Tìm: v_2? cùng chiều, ngược chiều

Phân tích

Bài toán cho các vật tương tác trong các hệ quy chiếu khác nhau, vì vậy các bước giải được áp dụng như phương pháp chung cùng với việc sử dụng công thức cộng vận tốc để đổi hệ quy chiếu đưa về một hệ thống nhất: Theo bài ra thì vận tốc của người so với mặt đất (v_1) là tổng vận tốc của người so với xe ($v_{12} = v_0$) và của xe so với mặt đất ($v_{23} = v$): $\vec{v_1} = \vec{v_0} + \vec{v}$

Nếu chọn chiều dương là chiều chuyển động của xe trước khi người nhảy và áp dụng cho hai trường hợp: khi người nhảy cùng chiều ($v_0 > 0$) động lượng của hệ là tổng động lượng của xe và người, khi nhảy ngược chiều ($v_0 < 0$) động lượng của hệ sẽ là hiệu động lượng của xe và người.

Tương tác của người với xe khi nhảy xảy ra rất ngắn, hơn nữa các ngoại lực từng đôi một bị triệt tiêu lẫn nhau, vì vậy hệ có thể xem là hệ kín và ta có thể ứng dụng định luật bảo toàn động lượng.

Giải

Động lượng của hệ trước khi người nhảy:

$$\vec{P_t} = (m_1 + m_2)\vec{v}$$

Động lượng của hệ sau khi người nhảy là:

$$\vec{P_s} = m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2}$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$(m_1 + m_2)\vec{v} = m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2}$$

vì: $\vec{v_1} = \vec{v_0} + \vec{v} \Rightarrow (m_1 + m_2)\vec{v} = m_1(\vec{v_0} + \vec{v}) + m_2\vec{v_2}$

Các véctơ vận tốc đều cùng phương nên:

$$(m_1 + m_2)v = m_1(v_0 + v) + m_2v_2$$

a) Khi nhảy cùng chiều: ($v_0 > 0$; $v > 0$)

ta có: $$v_2 = \frac{(m_1 + m_2)v - m_1(v_0 + v)}{m_2}$$

Thay số vào ta được: $v_2 = 0{,}5$m/s

b) Khi nhảy ngược chiều: ($v_0 < 0$; $v > 0$)

ta có: $$v_2 = \frac{(m_1 + m_2)v - m_1(-v_0 + v)}{m_2} = 5{,}5\text{m/s}$$

Đáp số: *a) $v_2 = 0{,}5$ m/s; b) $v_2 = 5{,}5$ m/s*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

7.5

Một viên đạn có khối lượng 2kg đang bay thẳng đứng lên cao với vận tốc 250m/s thì nổ thành hai mảnh có khối lượng bằng nhau. Biết mảnh thứ nhất bay theo phương nằm ngang với vận tốc 500m/s. Hỏi mảnh kia bay theo phương nào? và có vận tốc bao nhiêu?

Đáp số: *$v_2 = 500\sqrt{2}$ m/s, hợp với phương thẳng đứng $\alpha = 45^0$*

7.6

Một tên lửa khối lượng tổng cộng m_0 = 100 tấn đang bay với vận tốc v_0 = 200 m/s đối với Trái Đất thì tức thời phụt ra lượng khí có khối lượng m_2 = 20 tấn với vận tốc v_2 = 500m/s đối với tên lửa. Tính vận tốc của tên lửa sau khi phụt khí ra phía sau.

Đáp số: *$v_1 = 300$m/s*

7.7

Một khí cầu có khối lượng m_1 trên đó có một cái thang mang một người có khối lượng m_2. Khí cầu và người đang đứng yên trên không thì người leo lên trên theo thang thẳng đứng với vận tốc đối với thang là v_0. Tìm vận tốc của người và khí cầu đối với đất. Bỏ qua sức cản không khí.

Đáp số: $$v_1 = \frac{v_0}{1 + \frac{m_1}{m_2}} \text{ và } v_2 = \frac{m_1v_0}{m_1 + m_2}$$

Hướng dẫn: Động lượng của hệ ban đầu bằng 0. Sau khi người leo lên động lượng của hệ trở thành: $m_1\overrightarrow{v_1} + m_2\overrightarrow{v_2}$; áp dụng định luật bảo toàn động lượng: $m_1\overrightarrow{v_1} + m_2\overrightarrow{v_2} = 0$

Chọn trục toạ độ thẳng đứng có chiều dương hướng lên trên, vì các véctơ vận tốc cùng phương nên ta có:

$$-m_1v_1 + m_2v_2 = 0 \quad (1)$$

$$v_0 - v_1 = v_2 \quad (2)$$

Từ đó suy ra: $v_1 = \dfrac{v_0}{1 + \dfrac{m_1}{m_2}}$ và $v_2 = \dfrac{m_1v_0}{m_1 + m_2}$

7.8

Một phân tử khí khối lượng m = $4,65.10^{-26}$kg bay với vận tốc v = 600m/s va chạm vuông góc với thành bình và bật trở lại với vận tốc như cũ. Tính xung của lực tác động vào thành bình.

Đáp số: *$F.\Delta t = 5,6.\ 10^{-23}$ N.s*

Hướng dẫn. Áp dụng định luật II Newton, xung của lực bằng độ biến thiên động lượng của vật:

$$\vec{F}.\Delta t = \Delta\vec{P} = m\vec{v_2} - m\vec{v_1}$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của phân tử ban đầu, vì các vận tốc v_1 và v_2 cùng phương ngược chiều nên ta có:

$$F.\Delta t = m(v_2 + v_1) \Rightarrow F.\Delta t = 5,6.\ 10^{-23}\ N.s$$

7.9

Một viên đạn có trọng lượng 980N đang bay ngang với vận tốc v = 500m/s dọc theo đường sắt thì cắm vào một toa xe chở cát có khối lượng 10 tấn. Hỏi vận tốc của toa xe lúc trúng đạn là bao nhiêu nếu ban đầu:

a) Toa xe đang đứng yên?

b) Toa xe đang chuyển động với vận tốc 10m/s cùng chiều với viên đạn?

c) Toa xe đang chuyển động với vận tốc 10m/s ngược chiều với viên đạn?

Đáp số: *a) V'= 17,8km/h; b) V'= 53,5km/h; c) V'= –17,8km/h*

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

7.10

Một vật có khối lượng 1kg rơi tự do xuống đất trong khoảng thời gian 0,5s (lấy g = 10m/s^2). Độ biến thiên động lượng của vật trong thời gian đó là:

A. 5,0 kgm/s   C. 10 kgm/s
B. 4,9 kgm/s   D. 0,5 kgm/s

7.11

Một ôtô đang chuyển động trên đường, trường hợp nào sau đây động lượng của ôtô được bảo toàn?

A. Ôtô tăng tốc   C. Ôtô chuyển động tròn đều
B. Ôtô giảm tốc   D. Ôtô chuyển động thẳng đều

7.12

Tính lực đẩy trung bình của hơi thuốc súng lên đầu đạn ở trong nòng súng. Biết rằng đầu đạn có khối lượng 10g, chuyển động trong nòng súng nằm ngang trong khoảng 10^{-3}s với vận tốc đầu bằng 0, vận tốc khi đến đầu nòng súng là v = 865 m/s.

A. 8650N   C. 86,5 N
B. 7650 N   D. 86500N

7.13

Một toa xe khối lượng 10 tấn đang chuyển động trên đường ray nằm ngang với vận tốc không đổi v = 54 km/h. Tác dụng lên toa xe một lực hãm theo phương ngang. Tính độ lớn trung bình của lực hãm nếu toa xe dừng lại sau: a)1phút 40s và b) 10 giây

A.a) 1500N; b) 15000N   C.a) 150N; b) 15000N
B.a) 1500N; b) 150N   D.a) 15N; b) 15000N

7.14

Một người đang ngồi yên trên một tấm gỗ nằm ngang không ma sát. Hỏi người đó muốn tự mình rời khỏi tấm gỗ thì phải làm thế nào?

A. Đưa tay ra phía sau   C. Chống tay xuống ván
B. Đứng dậy   D. Đưa tay lên trên

7.15

Con lắc thử đạn là một túi cát khối lượng M được treo bằng dây vào một điểm cố định. Khi đạn có khối lượng m và vận tốc v bắn vào túi cát và nằm lại trong đó thì túi cát có đạn bị nghiêng đi một góc α so với phương thẳng đứng.

Động lượng của hệ "đạn – túi" lúc đầu là: m.v + 0 = mv.

Khi hệ bị lệch xa nhất vận tốc bằng 0 nên động lượng bằng 0.

Động lượng của hệ không được bảo toàn. Vì sao?

A. Vì định luật bảo toàn động lượng không đúng với quá trình va chạm mềm.

B. Vì hệ "đạn– túi cát" không phải là hệ kín.

C. Vì va chạm mềm, không đàn hồi tuyệt đối, nên động lượng của hệ có thể giảm đến 0, không được bảo toàn.

D. Vì một phần động lượng được biến đổi thành nhiệt làm tăng nhiệt độ của hệ.

7.16

Trên mặt phẳng nằm ngang, viên bi 1 có khối lượng $m_1 = 2m$ chuyển động với vận tốc v_1 đến va chạm xuyên tâm vào viên bi 2 đang đứng yên có khối lượng $m_2 = m$. Va chạm là đàn hồi tuyệt đối. Sau va chạm vận tốc của mỗi viên bi sẽ là bao nhiêu?

A. $v'_1 = 2v/3$, $V'_2 = v/3$

B. $v'_1 = 0$, $v'_2 = 0$

C. $v'_1 = v/3$, $v'_2 = 2v/3$

D. $v'_1 = v/3$, $v'_2 = 2v/3$

7.17

Một xe lăn nhỏ gắn liền với súng lò xo mang đầu đạn có tổng khối lượng M = 200g nằm yên trên mặt bàn. Đầu đạn có khối lượng m = 20g được bắn đi theo phương nằm ngang với vận tốc v = 4,5m/s. Xác định vận tốc v'của xe ngay sau khi đạn được bắn đi. A. v' = 40,5m/s ngược hướng với v.

B. v' = –0,5m/s ngược hướng với v.

C. v' = 0,5m/s cùng hướng với v.

D. v' = 0,45m/s ngược hướng với v.

Chủ đề 8

CƠ NĂNG – ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Công cơ học

Công của lực $\vec{F}$ trên một đoạn đường s là đại lượng đo bằng tích của lực với quãng đường đi và *cosin* của góc tạo bởi hướng của lực và hướng của đường đi.

Biểu thức: $A = F.s\cos\alpha$ [F]: (N); [s]: (m); [A]: (J)

2. Công suất

Công suất là đại lượng đặc trưng cho khả năng sinh công nhanh hay chậm của một máy có độ lớn bằng tỉ số giữa công thực hiện và khoảng thời gian để thực hiện công đó.

Biểu thức: $N = \frac{A}{t}$ [N]: (W oát)

Dạng khác: $N = F.v$

3. Công của trọng lực

$$A = P.z = P(z_1 - z_2)$$

Đặc điểm: Công của trọng lực không phụ thuộc vào dạng đường đi, chỉ phụ thuộc vào tích của trọng lực và hiệu điểm đầu điểm cuối. Nếu quỹ đạo là một đường cong kín, công của trọng lực bằng 0. Các lực có tính chất này gọi là các lực thế.

4. Định luật bảo toàn công

Công của lực phát động bằng về độ lớn với công của lực cản:

$$|A_{fd}| = |A_C|;\ A_{fd} + A_C = 0$$

Hiệu suất:

$$H = \frac{\text{Công có ích}}{\text{Công toàn phần}} = \frac{A'}{A}$$

5. Cơ năng

+ Mọi vật có cơ năng khi nó có khả năng sinh công:
+ *Động năng:* Động năng của một vật là năng lượng mà vật có được do nó chuyển động. Vật có động năng có thể tác dụng lên vật khác và lực này có thể sinh công.

Biểu thức: $W_đ = \frac{1}{2}mv^2$

*Động năng là một đại lượng vô hướng, không âm ($W_đ \geq 0$), đơn vị của động năng là đơn vị của công: Jun (J) hoặc (KJ).

*Định lí động năng: Độ biến thiên động năng của một vật bằng tổng công của ngoại lực tác dụng lên vật.

$$\Delta W_đ = W_{đ2} - W_{đ1} = A$$

– Nếu $A > 0 \Rightarrow W_{đ2} > W_{đ1}$: Động năng tăng

– Nếu $A < 0 \Rightarrow W_{đ2} < W_{đ1}$: Động năng giảm

+ *Thế năng:* là năng lượng của hệ vật có được do tương tác giữa các vật trong hệ, phụ thuộc vào vị trí tương đối của các vật ấy.

* Thế năng hấp dẫn: $W_t = mgz$

* Thế năng đàn hồi: $W_t = \frac{1}{2}kx^2$

(với x là độ biến dạng của vật; k là độ cứng của vật đàn hồi)

* Định lí biến thiên thế năng: khi một vật chuyển động từ điểm A đến điểm B trong trường trọng lực thì công của trọng lực trong chuyển động đó có giá trị bằng hiệu thế năng của vật tại A và B:

$$A_{AB} = W_{tA} - W_{tB} = mg(z_A - z_B)$$

6. Định luật bảo toàn cơ năng

– Cơ năng là tổng động năng và thế năng của vật:

Biểu thức: $W = W_đ + W_t$

* Trong trường trọng lực: $W = W_đ + W_t = const$

và: $W = W_1 = W_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgz_2$

* Trong trường đàn hồi:

$$W = W_1 = W_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = const$$

* Tổng quát: Trong một *hệ kín không có lực ma sát*, có sự biến đổi giữa động năng và thế năng nhưng cơ năng được bảo toàn.

7. Định luật bảo toàn năng lượng

Năng lượng không tự nhiên sinh ra và cũng không mất đi, năng lượng chỉ truyền từ vật này sang vật khác hoặc chuyển hoá từ dạng này qua dạng khác: $W = W' + Q$

(W cơ năng lúc đầu; W' cơ năng lúc sau; Q là nhiệt lượng)

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Các bài toán phần này chủ yếu rơi vào 3 trường hợp:

+ *Trường hợp thứ nhất:* bài toán biết trước một số đại lượng động lực như lực tác dụng, gia tốc, vận tốc... xác định năng lượng dưới dạng công A, động năng, thế năng... của chuyển động (hoặc ngược lại). Khi giải bài toán dạng này chỉ cần áp dụng các công thức đã có để tìm mối liên hệ giữa các đại lượng động lực, từ đó suy ra các đại lượng còn lại theo yêu cầu bài toán (hoặc ngược lại).

+ *Trường hợp thứ hai.* các bài toán áp dụng định luật bảo toàn cơ năng (hoặc định luật bảo toàn năng lượng). Khi giải các bài toán về dạng này ta có thể tiến hành theo các bước sau:

1) Xác định hệ kín (hệ không có ngoại lực hoặc nếu có ngoại lực thì các ngoại lực này từng đôi một triệt tiêu lẫn nhau)
2) Xác định tổng cơ năng của hệ trước khi có sự chuyển hoá giữa động năng và thế năng.
3) Xác định tổng cơ năng của hệ sau khi có sự chuyển hoá giữa động năng và thế năng.
4) Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng

<u>*Lưu ý:*</u> Khi áp dụng định luật bảo toàn cơ năng thì điều kiện là hệ không có ma sát và nếu là bài toán va chạm thì va chạm đó phải là va chạm đàn hồi.

+ *Trường hợp thứ ba:* thường gặp là các bài toán cho hệ không kín, hệ có ngoại lực (***điển hình là lực ma sát***). Khi giải bài toán dạng này ta nên áp dụng định lí động năng (hoặc định lí thế năng) và có thể tiến hành theo các bước sau:

1) Xét động năng (hoặc thế năng) lúc đầu và lúc sau của hệ vật.
2) Tính độ biến thiên động năng (hoặc thế năng) của hệ vật.
3) Tính công của ngoại lực tác dụng vào hệ.
4) Áp dụng định lí động năng (hoặc thế năng)

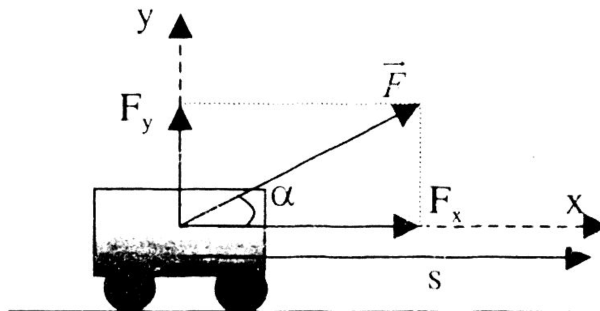
$$A = W_{đ2} - W_{đ1} \text{ (hoặc } A_{AB} = W_{tA} - W_{tB})$$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 8.1

Một chiếc xe được kéo đi trên đường nằm ngang với vận tốc đều $v = 14,4km/h$ bằng lực kéo $F = 500N$ hợp với phương nằm ngang 1 góc $\alpha = 30^0$. Tính công của lực kéo trong thời gian 0,5giờ.

Bài giải



(H8.1)

Cho: $v = 14,4$ km/h = 4m/s

$F = 500N; \alpha = 30^0$

$t = 0,5h = 1800s$

Xác định: A =?

Phân tích

Theo yêu cầu của bài toán ta phải xác định công của lực kéo trên một đoạn được s chưa biết, khi đã biết trước độ lớn của lực kéo. Tuy nhiên độ lớn của đường đi s có thể xác định được từ biểu thức s = vt của chuyển động đều. Mặt khác bài toán cho lực tác dụng không cùng phương với quãng đường dịch chuyển, vì vậy ta cần phân tích lực này thành 2 thành phần: vuông góc $F_y = Fsin\alpha$ và song song $F_x = Fcos\alpha$ với phương nằm ngang (vuông góc và song song với phương của dịch chuyển s). Thành phần $Fsin\alpha$ vuông góc với phương dịch chuyển không sinh công, thành phần $Fcos\alpha$ song song với phương dịch chuyển sinh công.

Giải

Công của lực kéo là:

$$A = F_x.s = F.s\cos\alpha$$

với: $s = v.t \Rightarrow A = F.v.t\cos\alpha$

$$\Rightarrow A = 500 \times 4 \times 1800 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 31,17.\ 10^5\ (J)$$

***Đáp số:** A = 31,17. 10^5 (J)*

Thí dụ 8.2

Một chiếc ôtô có khối lượng m = 1 tấn chuyển động đều với vận tốc v = 36 km/h. Biết hệ số ma sát giữa bánh xe với mặt đường $\mu = 0,07$. Tính công suất của xe trong các trường hợp sau:

1. *Khi ôtô chuyển động trên đường bằng phẳng.*
2. *Khi ôtô lên dốc nghiêng cao 10m một đoan bằng 200m.*
3. *Khi ô tô xuống dốc trên (H8.2).*

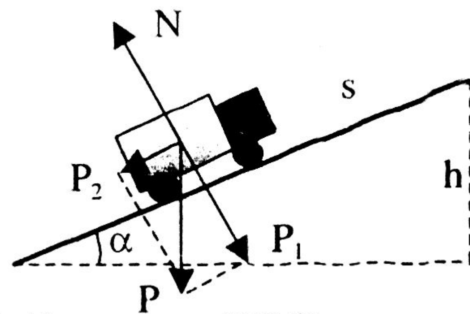
Bài giải

Cho: m =1T = 1000kg

v = 36km/h = 10m/s

s = 200m; h = 10m; μ = 0,07

Tìm N =?



(H8.2)

Phân tích

Công suất của ôtô cũng là công suất của các lực sinh công được tạo ra nhờ máy của ôtô (lực phát động), hay nói cách khác là công do lực phát động $\vec{F}$ sinh ra trong một đơn vị thời gian. Trong trường hợp ôtô chuyển động trên đường bằng, lực phát động $\vec{F}$ cân bằng với lực ma sát $\vec{F}_{ms}$ cản trở chuyển động nên công suất của ôtô là: $P_1 = F.v = F_{ms}.v$

Trong trường hợp xe lên dốc, ngoài lực ma sát F_{ms}= Pcosα còn thành phần P_2 = Psinα của trọng lực song song với mặt dốc, vì vậy:

$$F = P_1 + F_{ms} = P(\mu\cos\alpha + \sin\alpha).$$

Trong trường hợp xe xuống dốc thành phần P_2 lại có tác dụng hỗ trợ chuyển động, vì vậy: $F = F_{ms} - P_2 = P(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$.

Giải

1. Khi ôtô chuyển động trên đường bằng:

Ta có: $F = F_{ms} = \mu P = \mu mg$

$\Rightarrow N = F.v = F_{ms}.v = \mu mg.v = 6900\ W = 6{,}9kW$

2. Nếu ôtô lên dốc thì lực cản của chuyển động gồm có

\+ Thành phần P_1 của trọng lực P song song: $P_1 = mg\sin\alpha$

\+ Lực ma sát: $F_{ms} = \mu P_2 = \mu mg\cos\alpha$

vậy lực phát động bằng: $F = P_1 + F_{ms} = mg(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$

và $N = F.v = mgv(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$

(trong đó sinα = h/l = 0,05 và góc α bé nên cosα = 1)

thay số vào ta được: N = 11800W = 11,8 kW

3. Nếu ôtô xuống dốc thì thành phần P_1 lại có tác dụng kéo ôtô chuyển động và lúc đó lực cản chỉ còn F_{ms} do đó:

$$F + P_1 = F_{ms} \Rightarrow N = F.v = (F_{ms} - P_1)v$$

hay $N = mgv(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$

thay số vào ta được: N = 1960W = 1,96 kW

Đáp số: *1) N = 6,9kW; 2) N = 11,8kW; 3) N = 1,96kW*

Thí dụ 8.3

Một vật có khối lượng m = 1kg trượt không vận tốc đầu xuống mặt phẳng nghiêng cao h = 1m dài l = 10m (H8.3). *Hãy xác định:*

1) Động năng của vật ở chân mặt phẳng nghiêng

2) Vận tốc của vật tại đó

3) Khoảng cách s mà vật còn đi được trên mặt phẳng ngang cho tới khi dừng hẳn. Hệ số ma sát trên toàn bộ quãng đường mà vật đi qua là $\mu = 0,05$ *và* $g = 9,8\ m/s^2$.

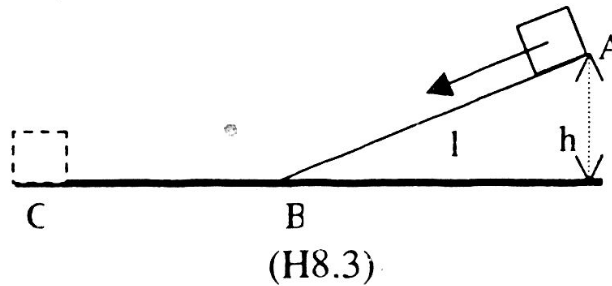
Bài giải

Cho: m = 1kg; h = 1m

l = 10m; $\mu = 0,05$;

$g = 9,8\ m/s^2$

Tìm: W_B?; v_B?; s_{BC}?



(H8.3)

Phân tích

Đây là bài toán có ngoại lực ma sát, vì vậy khi trượt từ đỉnh của mặt phẳng nghiêng xuống thế năng *mgh* của vật tại A biến thành động năng $\frac{1}{2}mv^2$ của vật tại chân mặt phẳng nghiêng và một phần trong số đó phải thực hiện công để thắng lực cản $A_c = F_{ms}l$

Như vậy áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + F_{ms}.l$$

(trong đó $h = l\sin\alpha$; $F_{ms} = \mu mg\cos\alpha$ và $\sin\alpha = h/l$).

Khi trượt hết mặt phẳng nghiêng, vật tiếp tục chuyển động nhờ động năng mà nó có và động năng này dần biến đổi thành công $W_{db} = A$ chống lại công cản $A_c' = F'_{ms}s'$ của lực ma sát trên đoạn đường nằm ngang. Khi toàn bộ động năng chuyển hoá hết thành công $W_{dB} = F'_{ms}s'$ (bằng công cản trên đoạn đường s') thì vật dừng lại.

Giải:

1) Động năng của vật ở chân mặt phẳng nghiêng là:

$$W_{dB} = \frac{1}{2}mv^2 = mgh - F_{ms}.l = mgl\,(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$

với: $\sin\alpha = \frac{h}{l} = 0,1 \Rightarrow \alpha = 5^0 44' \Rightarrow \cos\alpha = 0,995$

$$\Rightarrow \quad W_{dB} = 4,9\ (J)$$

2) Vận tốc của vật tại chân mặt phẳng nghiêng là:

$$v = \sqrt{\frac{2W_d}{m}} = \sqrt{\frac{2.4,9}{1}} = 3,1m/s$$

3) Trên đoạn đường nằm ngang ta có:

$$W_{dB} = F'_{ms}s' = \mu mg.s'$$

$$\Rightarrow \quad s = \frac{W_d}{\mu mg} = \frac{4,9}{0,05.9,8.1} = 10m$$

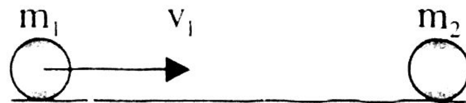
Đáp số: *$W_{dB} = 4,9(J)$; $v_B = 3,1(m/s)$; $s_{BC} = 10(m)$*

Thí dụ 8.4

Một quả cầu khối lượng m_1 chuyển động trên đoạn đường nằm ngang với vận tốc v_1, va chạm đàn hồi và xuyên tâm vào một quả cầu khác có khối lượng m_2 đang đứng yên (H8.3). *Tính vận tốc của hai quả cầu sau va chạm trong những trường hợp sau:*

1) $m_1 = m_2$; 2) $m_1 = 9m_2$; 3) $m_1 = (1/9)\,m_2$; 4) $m_1 << m_2$

Bài giải



(H8.3)

Cho: m_1; m_2; v_1; $v_2 = 0$

Tìm: v'_1=?; v'_2=?

Phân tích

Theo bài ra va chạm xảy ra đối với hai quả cầu là va chạm đàn hồi và xuyên tâm, do đó cả động lượng và cơ năng của hệ hai quả cầu này đều được bảo toàn. Gọi $\vec{v'_1}$ và $\vec{v'_2}$ lần lượt là vận tốc của hai quả cầu m_1 và m_2 sau khi va chạm, các véctơ vận tốc này đều cùng phương với véctơ vận tốc $\vec{v_1}$ của quả cầu m_1 trước khi va chạm. Như vậy, để giải bài toán ta cần áp dụng cả hai định luật bảo toàn động lượng và cơ năng.

Giải

Chọn đường thẳng xuyên tâm hai quả cầu làm trục toạ độ, chiều dương là chiều chuyển động của m_1 trước khi va chạm ($\vec{v_1}$),

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$m_1v_1 = m_1v'_1 + m_2v'_2 \qquad (1)$$

Theo định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_1v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2v'^2_2 \qquad (2)$$

Từ (1) ta rút ra: $$v'_2 = \frac{m_1(v_1 - v'_1)}{m_2} \qquad (3)$$

Từ (2) ta rút ra: $$m_2v'^2_2 = m_1(v_1^2 - v'^2_1) \qquad (4)$$

Từ (3) và (4) ta có:

$$\frac{m_1}{m_2}(v_1 - v'_1)^2 = (v_1^2 - v'^2_1) = (v_1 + v'_1)(v_1 - v'_1)$$

$$\Rightarrow \quad v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)} v_1$$

Thay giá trị có được vào (3) ta được: $v'_2 = \frac{2m}{(m_1 + m_2)} v_1$

1) Trường hợp $m_1 = m_2 \Rightarrow v'_1 = 0$ và $v'_2 = v_1$, như vậy sau khi va chạm vào quả cầu 2 thì quả cầu 1 dừng lại và quả cầu 2 bật đi với vận tốc bằng vận tốc của quả cầu 1 trước va chạm.

2) Trường hợp $m_1 = 9m_2 \Rightarrow v'_1 = \frac{9m_2 - m_2}{10m_2} v_1 = 0,8v_1$

$$\Rightarrow \quad v'_2 = \frac{2.9m_2}{10m_2} v_1 = 1,8v_1$$

3) Trường hợp $m_2 = 9m_1 \Rightarrow v'_1 = -0,8v_1$ và $v'_2 = 0,2v_1$, sau va chạm quả cầu 1 bật trở lại, quả cầu 2 bắn về phía trước.

4) Trường hợp $m_1 << m_2$

Khi đó ta có $m_1/m_2 = \varepsilon$ (vô cùng nhỏ) và $m_2/m_1 = \infty$

Thay vào các công thức trên ta có: $v'_1 = -v_1$ và $v'_2 = 0$

Như vậy sau khi va chạm quả cầu 2 vẫn đứng yên, còn quả cầu 1 bị bật trở lại với vận tốc ban đầu.

Thí dụ 8.5

Một lò xo có độ cứng k, khối lượng không đáng kể được treo thẳng đứng, đầu dưới được gắn vào một quả cầu nặng. Từ vị trí cân bằng O kéo vật thẳng đứng xuống đến vị trí A (OA = x). Chọn mốc thế năng tại O, tính thế năng của hệ lò xo và quả cầu tại A.

Bài giải

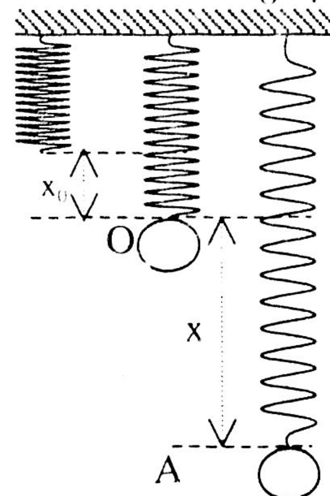
Cho: k OA = x

$W_O = 0$

Xác định: W_{tA}=?

Phân tích

Phân tích đề ra (H8.4) ta thấy các lực tác dụng vào hệ vật là: trọng lực $\vec{P}$ và lực căng $\vec{T}$. Tại O hệ ở trạng thái cân bằng nên ta có:



(H8.4)

$mg = T = kx_0$, vì vậy do tác dụng của trọng lực của quả cầu, lò xo bị dãn ra một đoạn x_0 so với chiều dài tự nhiên ban đầu của nó. Thế năng của lò xo tại O sẽ là: $W_{tO} = \frac{1}{2}kx_0^2$

Theo bài ra, khi chọn gốc thế năng tại O thì $W_{tO} = 0$, từ đó ta có thể tính được W_{tA}.

Giải

Thế năng của lò xo tại O là: $W_{tO} = \frac{1}{2}kx_0^2$

Thế năng của lò xo tại A là: $W_{tA} = \frac{1}{2}k(x_0 + x)^2$

Vì vậy : $W_{tA} - W_{tO} = \frac{1}{2}kx^2 + kx_0$

Theo bài ra thì: $W_{tO} = 0 \Rightarrow W_{tA} = \frac{1}{2}kx^2 + kx_0$

Mặt khác, thế năng của quả cầu (do trọng lực) tại A là:

$$W_{mA} = mg(-x)$$

Vậy thế năng của hệ Quả cầu + lò xo tại A sẽ là:

$$W_t = W_{tA} + W_{mA} = \frac{1}{2}kx^2 + kx_0 - mgx$$

Nhưng vì: $kx_0 - mgx = 0 \Rightarrow W_t = \frac{1}{2}kx^2$

Đáp số: $W_t = \frac{1}{2}kx^2$

Thí dụ 8.6

Một con lắc đơn có chiều dài $l = 1m$ (H8.5). *Kéo cho dây làm với đường thẳng đứng một góc 45^0 rồi thả nhẹ (không vận tốc đầu). Tính vận tốc của con lắc đơn khi nó đi qua vị trí mà dây làm với đường thẳng đứng một góc 30^0. Lấy $g = 10 m/s^2$.*

Bài giải

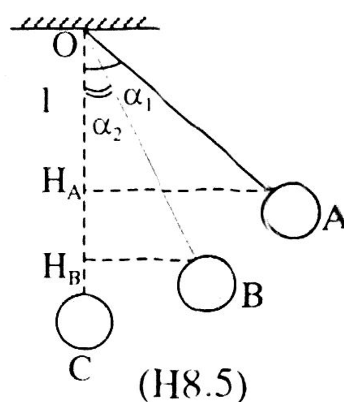
Cho: $l = 1m$; $\alpha_1 = 45^0$

$v_0 = 0$; $\alpha_2 = 30^0$; $g = 10m/s^2$

Tính v_2 =?

Phân tích

Nếu chọn mốc thế năng ở mặt phẳng nằm ngang chứa điểm C, khi con lắc ở vị trí C được



(H8.5)

xem là vị trí cân bằng bền của nó và tại đó $W_{tC} = 0$. Như vậy cơ năng tại C chỉ có động năng. Tại A, vì vận tốc ban đầu bằng 0 do đó động năng $W_A = (1/2)mv_A^2 = 0$. Như vậy, cơ năng tại A chỉ còn lại thế năng mgh_A ($h_A = l - OH_A$). Tại B, thế năng của con lắc là $W_{tB} = mgh_B$ ($h_B = l - OH_B$) và động năng $W_{dB} = (1/2)mv_B^2$. Như vậy cơ năng tại B là:

$W_B = (1/2)mv_B^2 + mgh_B$ từ các phương trình này ta có thể tính được vận tốc của nó tại B.

Lưu ý: Đây là bài tập ứng dụng định luật bảo toàn cơ năng, hệ có ngoại lực là trọng lực nhưng bị triệt tiêu bởi lực căng dây T, trong các trường hợp khác có thể bỏ qua mọi sức cản.

Giải

* Cơ năng tại A: $W_A = W_{tA} = mgh_A$ ($W_{dA} = 0$)

trong đó: $h_A = l - OH_A = l - l.\cos\alpha_1 = l(1 - \cos\alpha_1)$

$\Rightarrow W_A = mgl(1 - \cos\alpha_1)$

* Cơ năng tại B: $W_B = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$

trong đó: $h_B = l - OH_B = l - l.\cos\alpha = l(1 - \cos\alpha)$

$$\Rightarrow W_B = \frac{1}{2}mv_B^2 + mg\,l(1 - \cos\alpha)$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng: $W_A = W_B$

$$\Rightarrow mgl(1 - \cos\alpha_1) = \frac{1}{2}mv_B^2 + mg\,l(1 - \cos\alpha)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2gl(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2.10.1(\cos 30^0 - \cos 45^0)} = 1,8 \text{ m/s}$$

Đáp số: *v = 1,8 m/s*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

8.7

Một người cầm vợt đánh vào một quả bóng đang bay tới làm cho quả bóng bị bật trở lại ngược với hướng bay trước. Biết rằng vận tốc bóng lúc bay tới là $v_1 = 15$m/s và khi bật trở lại $v_2 = 20$m/s. Tính xung của lực tác dụng vào bóng. Cho rằng, độ biến thiên động năng của bóng là $\Delta W = 8,75$J. Coi va chạm là hoàn toàn đàn hồi.

Đáp số: *F. Δt = 3,5 Ns*

Hướng dẫn: Xung lực được tính từ: $\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{P} = m(\vec{v_2} - \vec{v_1})$

trong đó các vectơ $\vec{v_1}$ và $\vec{v_2}$ cùng phương nên phương trình trên được viết lại: $F.\Delta t = m\,(v_2 - v_1)$

trong đó khối lượng được tính từ định lí động năng:

$$\Delta E = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{m}{2}(v_2^2 - v_1^2)$$

Từ đó suy ra: $F\,\Delta t = \dfrac{2\Delta E}{v_2 - v_1} = 3{,}5$ Ns

8.8

Một vật trượt xuống một dốc nghiêng một góc bằng 8^0 so với phương nằm ngang. Khi xuống đến chân dốc vật tiếp tục trượt trên mặt phẳng nằm ngang một quãng l mới dừng hẳn.

Hãy tính hệ số ma sát của mặt đường với vật trượt.

Đáp số: *$\mu = 0{,}07$*

8.9

Một quả cầu khối lượng m_1 chuyển động trên đường nằm ngang với vận tốc v_1 va chạm mềm và xuyên tâm vào một quả cầu khác đang đứng yên. Tính vận tốc của hai quả cầu sau va chạm và phần năng lượng biến thành nhiệt năng trong các trường hợp sau:

1) $m_1 = m_2$ 2) $m_1 = 9m$

Đáp số: *1) $v' = 0{,}5v_1$; $W = 0{,}25m_1v_1^2$;2) $v' = 0{,}9v_1$; $W = 0{,}05m_1v_1^2$*

Hướng dẫn: Sau va chạm động năng của cả hai quả cầu là:

$$W' = \frac{(m_1 + m_2)v'^2}{2} = \frac{m_1^2 v_1^2}{2(m_1 + m_2)}$$

Phần động năng biến thành nhiệt trong quá trình va chạm là:

$$W = \frac{m_1 v_1^2}{2}\left(1 - \frac{m_1}{(m_1 + m_2)}\right)$$

Thay các trường hợp riêng vào ta được:

1) $v' = 0{,}5\,v_1$ và $W = 0{,}25m_1v_1^2$; 2) $v' = 0{,}9\,v_1$ và $W = 0{,}05m_1v_1^2$

8.10

Hai vật A và B được nối với nhau bằng sợi dây không dãn vắt qua một ròng rọc cố định. Khối lượng của chúng lần lượt là $m_A = 300$g, $m_B = 200$g. Vật B trượt không ma sát trên mặt phẳng lập với phương

nằm ngang 1 góc bằng 30^0. Ban đầu A cách mặt đất một đoạn bằng 0,5m. Lấy $g = 10\ m/s^2$.

1. Tính vận tốc của A và B khi A chạm đất.
2. Tính quãng đường của B còn tiếp tục đi được kể từ khi A chạm đất (lưu ý: dùng định luật bảo toàn cơ năng)

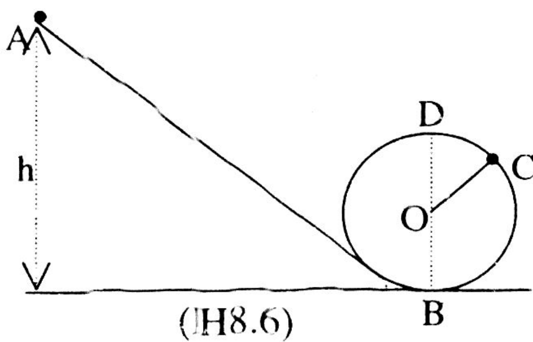
Đáp số: 1) $v_A = v_B = 2m/s$; 2) $s = 0,4m$

8.11

Một vòng xiếc gồm hai phần, một đầu là một máng nghiêng còn đầu kia được tạo ra thành một hình tròn bán kính R nằm trong mặt phẳng thẳng đứng chứa phần máng nghiêng trên. Một vật được thả không vận tốc ban đầu trên máng nghiêng từ độ cao H. Giả sử trong quá trình chuyển động không có ma sát. Tính vận tốc của vật và áp lực vật đè lên tại điểm C trên vành tròn sao cho bán kính nối tâm tại C lập với phương thẳng đứng 1 góc α (H8.6)

Đáp số: $v = \sqrt{2g[H - R(1+\cos\alpha)]}$; $Q = mg(\frac{2H}{R} - 2 - 3\cos\alpha)$

Hướng dẫn: 1) Vì không có ma sát nên $W_A = W_C$, tại A chỉ có thế năng mgH, tại C có cả thế năng $mg(R + R\cos\alpha)$ và động năng $(1/2)mv^2$ từ đó ta suy ra $v = \sqrt{2g[H - R(1+\cos\alpha)]}$



(H8.6)

2) Tại C có hai lực tác dụng lên vật: áp lực Q và trọng lực P, hợp lực của hai lực này là lực hướng tâm F, lực này gây ra gia tốc hướng tâm $\frac{v^2}{R}$. Viết phương trình theo định luật II Newton và kết hợp kết quả trong câu 1 ta có:

$$Q = mg(\frac{2H}{R} - 2 - 3\cos\alpha)$$

8.12

Một hòn đá được ném theo phương xiên góc với phương nằm ngang ở độ cao 5m với vận tốc 10m/s. Bỏ qua sức cản của không khí. Hãy tính vận tốc khi hòn đá chạm đất.

Đáp số: $v = 14,14\ m/s$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

8.13

Một vật nhỏ khối lượng m chuyển động trên mặt phẳng ngang với vận tốc v, va chạm vào một vật khác có khối lượng m và có cùng vận tốc v nhưng theo hướng vuông góc với vật thứ nhất. Sau va chạm hai vật nhập thành một có khối lượng 2m. Hỏi vận tốc của hai vật sau va chạm là bao nhiêu và hướng của nó.

A. $-v/2$ theo hướng chếch 45^0 so với hướng ban đầu

B. $v/2$ theo hướng chếch 45^0 so với hướng ban đầu

C. $v/\sqrt{2}$ theo hướng chếch 45^0 so với hướng ban đầu

D. $v.\sqrt{2}$ theo hướng chếch 45^0 so với hướng ban đầu.

8.14

Một tên lửa chuyển động thì cả vận tốc và khối lượng của nó đều thay đổi. Khi khối lượng giảm một nửa, vận tốc tăng gấp đôi thì động năng của tên lửa :

A Không đổi

B. Tăng gấp đôi

C. Tăng gấp 4 lần

D. Tăng gấp 8 lần

8.15

Trong va chạm đàn hồi thì:

A. Động lượng bảo toàn còn động năng thì không

B. Động năng bảo toàn còn động lượng thì không

C. Động lượng và động năng đều bảo toàn

D. Động lượng và động năng đều không bảo toàn

8.16

Một toa tàu có khối lượng m = 8tấn, sau khi khởi hành chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $a = 1m/s^2$. Động năng của nó sau 10s kể từ lúc khởi hành là:

A. 4.10^5J

B. 4.10^7 J

C. 4.10^6J

D. 10^6J

8.17

Một vật có khối lượng 100g được ném thẳng đứng với vận tốc 10m/s. Tính động năng và thế năng của vật sau khi ném 5s.

Lấy $g = 10 m/s^2$.

A. $W_đ = 1,25J$; $W_t = 3,75$ J

B. $W_đ = 3,75$ J; $W_t = 1,25J$

C. $W_đ$ = 2,25J; W_t = 3,75 J D. $W_đ$ = 1,25J; W_t = 2,75 J

8.18

Một hòn đá được ném ra với vận tốc v_0 = 10 m/s theo phương xiên góc ở độ cao h = 5m. Bỏ qua sức cản không khí. Vận tốc của vật khi chạm đất là:

A. v = 14,14 m/s C. v = 24,4 m/s

B. v = 1,414 m/s D. v = 2,44 m/s

Chủ đề 9

PHƯƠNG PHÁP CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Phương pháp các định luật bảo toàn là phương pháp vận dụng các định luật bảo toàn để giải các bài toán cơ học.

2. Nội dung áp dụng

* Nếu hệ cô lập thì tổng động lượng được bảo toàn

* Nếu hệ có ngoại lực nhưng hình chiếu của tổng ngoại lực lên phương x bằng 0 thì hình chiếu lên phương x của tổng động lượng được bảo toàn (bảo toàn theo phương)

* Nếu hệ gồm Vật + Trái Đất không chịu tác dụng của ngoại lực thì cơ năng hấp dẫn của vật được bảo toàn

* Nếu hệ gồm Vật + Trái Đất có chịu tác dụng của ngoại lực (lực cản, lực ma sát...) thì cơ năng hấp dẫn của vật không bảo toàn. Độ biến thiên của cơ năng bằng công của ngoại lực tác dụng vào vật.

3. Các biểu thức áp dụng

Để chuẩn bị cho việc áp dụng các định luật bảo toàn, ta phải viết ra các đại lượng vật lí (vận tốc, động lượng, động năng, thế năng..) của từng vật trong hệ trước và sau quá trình tương tác.

a. Động lượng: $\vec{P} = m\vec{v}$ [P] = kg.m/s

b. Công của một lực: A = F.s cosα ([F]: (N); [s]: (m); [A]: (J))

c. Công suất: $N = \frac{A}{t}$ [N]: (W oát)

d. Công của trọng lực: $A = P.z = P(z_1 - z_2)$

e. Định luật bảo toàn công: Công của lực phát động bằng về độ lớn với công của lực cản: $|A_{fd}| = |A_C|$ hay $A_{fd} + A_C = 0$

Hiệu suất: $$H = \frac{\text{Công có ích}}{\text{Công toàn phần}} = \frac{A'}{A}$$

g. Động năng $W_d = \frac{1}{2}mv^2$ $[W_d] = (J)$

* Định lí động năng:

$$\Delta W_d = W_{d2} - W_{d1} = A_{\text{ngoại lực}}$$

– Nếu $A > 0 \Rightarrow W_{d2} > W_{d1}$: Động năng tăng

– Nếu $A < 0 \Rightarrow W_{d2} < W_{d1}$: Động năng giảm

h. Thế năng:

* Thế năng hấp dẫn: $W_t = mgz$

* Thế năng đàn hồi: $W_t = \frac{1}{2}kx^2$

(với x là độ biến dạng của vật; k là độ cứng của vật)

* Định lí biên thiên thế năng: $A_{AB} = W_{zA} - W_{zB} = mg(z_A - z_B)$

k. Định luật bảo toàn cơ năng:

* Cơ năng là tổng động năng và thế năng của vật:

$$W = W_d + W_t$$

* Trong trường trọng lực:

$$W = W_1 = W_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgz_2$$

* Trong trường đàn hồi:

$$W = W_1 = W_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = const$$

l. Định luật bảo toàn năng lượng:

$$W = W' + Q$$

(W cơ năng lúc đầu; W' cơ năng lúc sau; Q là nhiệt lượng)

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Phương pháp giải bài toán bằng các định luật bảo toàn thường phải thực hiện qua các bước sau:

1. Xác định hệ gồm những vật nào và chúng có tính chất gì?

+ Hệ cô lập hay không?

+ Hệ cô lập một cách gần đúng không? (Khi xảy ra tương tác nội lực có độ lớn vượt trội so với ngoại lực?)

+ Hệ không cô lập nhưng có hình chiếu của tổng ngoại lực theo phương nào triệt tiêu?

+ Hệ có ma sát, có lực cản... không?

2. Kết hợp với đề ra để định hướng áp dụng định luật bảo toàn hay định lí nào...?

3. Viết ra các định luật hay định lí cần áp dụng cho từng vật trước và sau quá trình tương tác, va chạm.

4. Nếu phải xét đến hình chiếu của các véctơ lên cùng một trục thì trên trục đó phải chọn một chiều dương thống nhất trước và sau quá trình tương tác.

5. Nếu phải tính thế năng thì trước hết phải chọn mốc thế năng một cách thích hợp.

6. Viết phương trình mô tả định luật cho bài toán, giải và biện luận các phương trình đó (khi giải cần lưu ý về hướng của các véctơ)

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 9.1

Một vật nhỏ trượt không vận tốc đầu từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng có độ cao h và chiều dài là l. Hãy xác định gia tốc của vật trong các trường hợp:

1) Vật trượt không có ma sát trên mặt phẳng nghiêng.

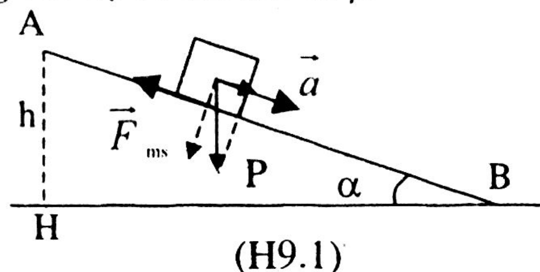
2) Vật trượt trên mặt phẳng nghiêng với hệ số ma sát là μ

Bài giải

Cho: AB = s; AH = h

Hệ số ma sát = μ

Xác định a =?



(H9.1)

Phân tích

Vật chuyển động trong trường trọng lực của trái đất nên chịu tác dụng của trong lực. Vì trọng lực không vuông góc với mặt phẳng chuyển động nên có thể phân tích thành hai thành phần: thành phần song song với mặt phẳng nghiêng $P\sin\alpha$ gây cho vật một gia tốc a chuyển động đi xuống phía chân mặt phẳng nghiêng. Vì trong lực không đổi nên gia tốc a không đổi, vật chuyển động thẳng biến đổi đều. Thành phần vuông góc với mặt phẳng nghiêng $P\cos\alpha$ có tác dụng ép lên mặt phẳng

nghiêng 1 áp lực, không gây ra gia tốc chuyển động. Như vậy bài toán này ta có thể giải bằng phương pháp động lực học bằng cách áp dụng định luật Newton. Tuy nhiên, cũng có thể giải bài toán bằng cách áp dụng các định luật bảo toàn. Xét hệ Vật + Trái Đất, trong trường hợp vật chuyển động không ma sát, cơ năng trọng trường của vật bảo toàn $W_A = W_B$, trong trường hợp vật chuyển động có ma sát, cơ năng không bảo toàn thì độ biến thiên cơ năng bằng công của lực ma sát trên mặt phẳng nghiêng: $A_{ms} = W_B - W_A = - F_{ms}s$

Giải

1) Trường hợp không có ma sát:

Cơ năng tại A chỉ có thế năng: $W_A = mgh$ (mốc thế năng tại H)

Cơ năng tại B chỉ có động năng: $W_B = \frac{mv^2}{2}$

Vì cơ năng bảo toàn nên: $W_A = W_B = mgh = \frac{mv^2}{2}$

$$\Rightarrow v^2 = 2gh = 2gs\sin\alpha$$

Mặt khác vì chuyển động biến đổi đều không vận tốc đầu ta có

$$v^2 = 2as = 2gs\sin\alpha \Rightarrow \boldsymbol{a = g\sin\alpha}$$

2) Trường hợp có ma sát

Độ biến thiên của cơ năng bằng công của lực ma sát:

$$A_{ms} = W_B - W_A = - F_{ms}s$$

trong đó: $F_{ms} = \mu P\cos\alpha = \mu mg\cos\alpha$

vậy $\frac{mv^2}{2} - mgh = -(\mu mg\cos\alpha)s$

$$\Rightarrow v^2 = 2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)s \Rightarrow a = \frac{v^2}{2s} g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$

(điều kiện $\sin\alpha \geq \mu\cos\alpha \Rightarrow tg\alpha \geq \mu$)

Đáp số: 1) $a = g\sin\alpha$; 2) $a = \frac{v^2}{2s} g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

Thí dụ 9.2

Một vật có khối lượng m rơi từ độ cao h xuống đất không vận tốc ban đầu. Khi đến đất, vật lún sâu vào đất một đoạn s. Tính lực cảntrung bình của đất tác dụng lên vật (lấy $g = 10\ m/s^2$)

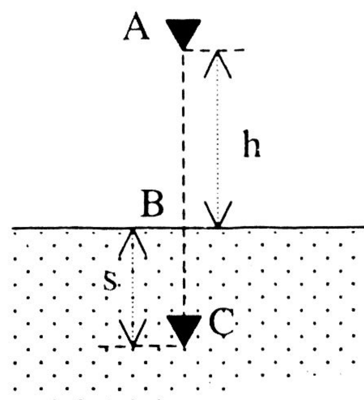
Bài giải

Cho: m; AB = h

$BC = s; g = 10m/s^2$

Xác định: F_{tb} =?

Phân tích



(H9.2)

Đây là bài toán vật chuyển động rơi dưới tác dụng của trọng lực (rơi tự do), vì vậy cũng có thể giải bài toán bằng phương pháp động lực. Tuy nhiên đơn giản hơn nhiều nếu ta giải bài toán bằng cách áp dụng các định luật bảo toàn. Xét hệ Vật + Trái Đất, vì vật chuyển động có ngoại lực là lực cản của đất lên chuyển động nên cơ năng của hệ không bảo toàn. Chọn gốc tính thế năng tại mặt đất ($W_{tB} = 0$), lúc đó cơ năng tại A chỉ có thế năng $W_A = mgh$, cơ năng tại B chỉ có động năng $W_B = \frac{1}{2}mv_B^2$ và tại C chỉ có thế năng $W_C = -mgs$. Vì vậy nếu ta xét điểm đầu (A) và điểm cuối (C) thì độ biến thiên của cơ năng bằng công của lực cản của đất tác dụng lên vật. $W_A - W_C = A_c$.

Giải

Nếu bỏ qua sự toả nhiệt trong suốt quá trình chuyển động của vật thì độ biến thiên của cơ năng bằng công lực cản.

Ta có: $- mgs - mgh = -F_{cản}\, s$

Vậy lực cản trung bình của đất tác dụng lên vật sẽ là:

$$F_{cản} = mg\left(1 + \frac{h}{s}\right)$$

Đáp số: $F_{cản} = mg\left(1 + \frac{h}{s}\right)$

Thí dụ 9.3

Cho cơ hệ như hình vẽ (H9.3), *trong đó vật $m_1 = 400g$ và vật $m_2 = 600g$. Ròng rọc và các dây nối có khối lượng không đáng kể, dây không dãn. Hệ số ma sát giữa vật m_1 với mặt bàn là $\mu = 0,15$. Ban đầu giữ cho vật m_1 đứng yên rồi thả nhẹ cho nó chuyển động. Tính vận tốc của vật m_1 khi nó đã đi được 50cm. Lấy $g = 10m/s^2$.*

Bài giải

Cho: $m_1 = 400g$; $m_2 = 600g$

$\mu = 0,15$; $s = 50cm$; $g = 10m/s^2$.

Tìm: v_1 =?

Phân tích

Ban đầu khi hệ đang đứng yên, động năng của hệ bằng 0, cơ năng của hệ chỉ có thế năng m_1gh_1 của vật m_1 và thế năng m_2gh_2 của vật m_2 (cơ năng của hệ là $W_1 = m_1gh_1 + m_2gh_2$). Vì dây không dãn nên khi m_2 chuyển động dưới tác dụng của trọng lực thì kéo theo m_1 chuyển động và vận tốc của cả hai vật luôn bằng nhau trong suốt quá trình (khi m_2 chưa chạm đất). Khi cả hai vật đi được quãng đường s = 50cm tại đó các vật có vận tốc v nên tổng động năng của hệ sẽ là: $W_đ = W_{đ1} + W_{đ2} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2$. Lúc này thế năng của vật 1 vẫn là m_1gh_1 (vật chuyển động trên phương ngang), còn thế năng của vật 2 còn lại $m_2g(h_2 - s)$ (vì độ cao của vật 2 giảm s (m)). Vì chuyển động có ma sát nên cơ năng của hệ không bảo toàn, độ giảm của cơ năng bằng giá trị tuyệt đối của công cản.

Giải

+ Cơ năng của hệ trước khi chuyển động là:

$$W_1 = m_1gh_1 + m_2gh_2$$

+ Cơ năng của hệ sau khi đi được 50 cm là:

$$W_2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 + m_1gh_1 + m_2g(h_2 - s)$$

+ Độ giảm của cơ năng bằng giá trị tuyệt đối của công cản:

$$m_1gh_1 + m_2gh_2 - [\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 + m_1gh_1 + m_2g(h_2 - s)] = km_1gs$$

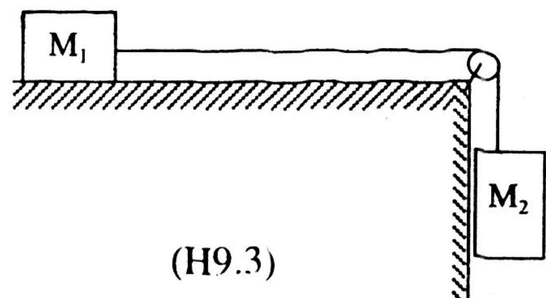
$$\Rightarrow \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 + m_2gs = km_1gs \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2gs(m_2 - \mu m_1)}{m_1 + m_2}}$$

Thay số vào ta được: v = 2,32 m/s

Đáp số: *v = 2,32 m/s*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

9.4



(H9.3)

Một ôtô có khối lượng m = 2 tấn đang chuyển động với vận tốc v_0 = 36km/h thì tắt máy và bắt đầu xuống dốc. Dốc nghiêng một góc $\alpha = 18^0$ so với mặt phẳng nằm ngang, hệ số ma sát giữa

bánh ôtô với mặt đường là μ = 0,01. Hãy tính gia tốc của ôtô theo hai phương pháp: Phương pháp dùng các định luật Newton và dùng các định luật bảo toàn.

Đáp số: $a = 3m/s^2$

Hướng dẫn: 1) Dùng phương pháp bảo toàn năng lượng

Sự biến thiên của cơ năng bằng công của ngoại lực (lực ma sát)

$$[\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A] - [\frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B] = \mu mg\cos\alpha.s$$

và $$v_B^2 - v_A^2 = 2as$$

So sánh hai biểu thức trên ta được $a = 3\ m/s^2$

2) Dùng các định luật Newton

Vì trọng lực không vuông góc với mặt phẳng chuyển động nên có thể phân tích thành hai thành phần: thành phần song song với mặt phẳng nghiêng $P\sin\alpha$ gây cho vật một gia tốc a để chuyển động đi xuống. Thành phần vuông góc với mặt phẳng nghiêng $P\cos\alpha$ có tác dụng ép lên mặt phẳng nghiêng 1 áp lực

Vì vậy: $F_{ms} = \mu P\cos\alpha$. Theo định luật II Newton ta có:

$$P\sin\alpha - \mu P\cos\alpha = ma \Rightarrow a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 3\ m/s^2$$

9.5

Một lò xo có độ cứng k =100N/m và chiều dài tự nhiên là 15cm. Lò xo được đặt dọc theo một rãnh thẳng nằm ngang, một đầu được giữ cố định. Một sợi dây được nối hai đầu của lò xo làm cho nó bị nén lại chỉ còn 5cm. Một viên bi có khối lượng 40g được đặt sát đầu thứ 2 của lò xo. Khi đốt đứt sợi dây, hòn bi bị bắn thẳng theo rãnh. Tính vận tốc của bi, biết rằng ma sát không đáng kể.

Đáp số: $v = 5m/s$

Hướng dẫn: Năng lượng lò xo truyền cho viên bi dưới dạng thế năng đàn hồi: $W_t = \frac{1}{2}kx^2$ chuyển hoá thành động năng của viên bi $W_đ = \frac{1}{2}mv^2$.

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 = W_đ = \frac{1}{2}mv^2 \text{ từ đó } \Rightarrow v = 5\ m/s$$

9.6

Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ buộc vào đầu một sợi dây mảnh, đầu kia cố định ở C. Khi cân bằng ở O sao cho dây CO thẳng

đứng. Đưa vật đến vị trí A (vẫn giữ cho dây thẳng) dây CO lập với phương thẳng đứng 1 góc bằng α rồi thả nhẹ. Bỏ qua mọi ma sát.

1) Tính vận tốc của vật khi nó về qua vị trí của O
2) Chứng minh rằng, vật lên tới vị trí B sao cho A và B đối xứng nhau qua CO
3) Tính lực căng dây tại O

Đáp số: *1)* $v_O = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$ *;2) Vì:* $mgz_A = mgz_B \Rightarrow z_A = z_B$

3) $T = mg(3 - 2\cos\alpha)$

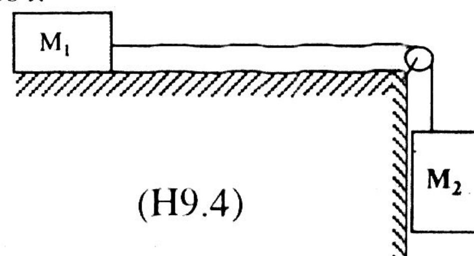
9.7

Một hạt nơtron có khối lượng $1,67.10^{-27}$kg đang chuyển động với vận tốc $1,0.10^5$m/s đến va chạm trực diện với hạt đơteron đang nằm yên khối lượng $3,34.10^{-27}$kg. Sau va chạm hai hạt chuyển động riêng rẽ và hạt đơteron chuyển động với vận tốc $6,67.10^{-4}$m/s. Tính vận tốc của hạt nơtron sau va chạm, va chạm đó có phải đàn hồi không?

Đáp số: $v_n = -0,335.10^5$ *m/s. Vì động năng của hệ không bảo toàn nên va chạm không hoàn toàn đàn hồi.*

9.8

Cho cơ hệ như hình vẽ. Dùng các định luật bảo toàn để xác định gia tốc của hệ được mô tả trên hình. Bỏ qua ma sát, khối lượng của ròng rọc và sợi dây.



(H9.4)

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

9.9

Hai vật va chạm nhau theo phương thẳng đứng thì:

A. Cơ năng của hệ được bảo toàn
B. Động lượng của hệ được bảo toàn
C. Động năng của hệ được bảo toàn
D. Không có đại lượng nào bảo toàn cả

9.10

Trong một va chạm mềm thì:

A. Động lượng bảo toàn còn động năng thì không
B. Động năng bảo toàn còn động lượng thì không
C. Động lượng và động năng đều bảo toàn
D. Động lượng và động năng đều không bảo toàn

9.11

Một vật nằm yên có thể có:

A. Vận tốc B. Động lượng C. Động năng D. Thế năng

9.12

Một vật chuyển động không nhất thiết phải có:

A. Vận tốc B. Động lượng C. Động năng D. Thế năng

9.13

Khi vận tốc của vật tăng gấp đôi thì:

A. Gia tốc của vật tăng gấp đôi

B. Động lượng của vật tăng gấp đôi

C. Động năng của vật tăng gấp đôi

D. Thế năng của vật tăng gấp đôi

9.14

Một máy bơm có hiệu suất H = 90% bơm được $8m^3$ lên bể chứa cao 5m so với mặt nước hồ trong thời gian 30 phút.

Lấy khối lượng riêng của nước là D = 1tấn/m^3 và g = 10m/s^2

Công suất của máy là:

A. 16666,6W B. 55,5W C. 177,7W D. 555,5W

9.15

Một máy bay đang bay với vận tốc v (so với mặt đất) bắn ra một viên đạn có khối lượng m và vận tốc v' (so với máy bay). Công thức nào trong số các công thức dưới đây có thể dùng để tính động năng của đạn đối với mặt đất.

A. $W_đ = mv^2/2 + mv'^2/2$ B. Không có công thức nào đúng

C. $W_đ = mv'^2$ D. $W_đ = m(v+v')^2/2$.

9.16

Một ôtô khối lượng m đang chạy với vận tốc v trên đường nằm ngang thì người lái hãm phanh với lực hãm F, xe đi thêm được một đoạn s rồi dừng lại. Nếu ôtô có khối lượng 2m, vận tốc v/2 và chịu lực hãm là F/2 thì quãng đường s' do nó chạy thêm trên đường nằm ngang sẽ lớn hay nhỏ hơn s bao nhiêu lần?

A. s' = s B. s' = 4s C. s' = 2s D. s' = s/2

9.17

Móc một vật khối lượng m vào đầu dưới của lò xo rồi treo đầu trên lò xo vào giá đỡ cố định. Đánh dấu vị trí thấp nhất của vật ở điểm O. Kéo vật xuống thấp hơn O một đoạn OO' = a rồi buông tay giữ vật. Trong quá trình vật chuyển động từ O' trở về O thì động năng $W_đ$ và thế năng W_t của hệ "vật – lòxo – Trái Đất" tăng giảm như thế nào? (Bỏ qua ma sát và sức cản của không khí)

A. Lò xo co lại nên thế năng đàn hồi W_t của lò xo giảm một lượng đúng bằng độ tăng động năng của vật để cơ năng của hệ được bảo toàn.

B. Thế năng W_t tăng do vật được lò xo kéo lên cao hơn, động năng $W_đ$ giảm một lượng bằng độ tăng thế năng để cơ năng của hệ được bảo toàn

C. Động năng $W_đ$ tăng khi lò xo co lại làm vật và lò xo tăng vận tốc. Thế năng W_t phải giảm một lượng đúng bằng độ tăng động năng để cơ năng của hệ được bảo toàn.

D. Động năng $W_đ$ tăng vì vận tốc vật tăng và W_t tăng vì vật được lò xo kéo lên cao hơn so với mặt đất.

Chương 4
CƠ HỌC CHẤT LỎNG VÀ CHẤT KHÍ (CHẤT LƯU)

Chủ đề 10

ÁP SUẤT THUỶ TĨNH – ĐỊNH LUẬT PAXCAN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Áp suất: áp suất tại mọi điểm trên một mặt bị ép là độ lớn của áp lực trên một đơn vị diện tích của mặt đó.

Biểu thức: $p = \frac{F}{S}$. (trong hệ SI: [p] = N/m^2 = Pa (Paxcan))

2. Chất lỏng lí tưởng: là chất lỏng đồng tính, không nén được và không nhớt.

*Chất lỏng cân bằng: là chất lỏng ở trạng thái cân bằng (tĩnh) khi nó nằm yên trong một bình đựng cố định.

3. Áp suất thuỷ tĩnh: áp suất $p = \frac{\Delta F}{\Delta S}$ chỉ phụ thuộc vào vị trí cao thấp của ΔS mà không phụ thuộc vào độ nghiêng của ΔS.

4. Định luật cơ bản của thuỷ tĩnh học

* Áp suất tại một điểm trong lòng chất lỏng là:

$$p = Dgh + p_0$$

* Hiệu áp suất giữa hai điểm trong lòng chất lỏng là:

$$p_B - p_A = Dg(h_B - h_A)$$

5. Định luật Paxcan

Khi một chất lỏng được giam kín trong bình đựng không biến dạng chịu một sự tăng áp từ bên ngoài thì tác dụng này được truyền đến tất cả mọi điểm là như nhau: $\Delta p_A = \Delta p_B = ...\Delta p_i$

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Bài tập trong phần này chủ yếu tập trung vào 2 dạng:

a) Xác định áp suất hoặc áp lực trong lòng chất lỏng cân bằng (áp suất thuỷ tĩnh) trên cơ sở áp dụng công thức tính áp suất tại một điểm

trong lòng chất lỏng cân bằng: $p = Dgh + p_0$ và định luật cơ bản của thuỷ tĩnh học: $p_B - p_A = Dg(h_B - h_A)$

Đối với dạng bài tập này, ta phải xác định chính xác vị trí độ cao h (từ vị trí cần tính đến mặt thoáng chất lỏng) và các mối quan hệ giữa áp suất và áp lực $p = \frac{F}{S}$ (với F là áp lực nén vuông góc lên diện tích S), sau đó áp dụng các công thức của các định luật để suy ra các đại lượng cần tìm theo yêu cầu bài toán.

b) Dạng thứ hai thường gặp là các bài toán về sự truyền áp suất hoặc áp lực trong lòng chất lỏng lí tưởng bị giam trong các bình thông nhau không biến dạng. Các bài toán dạng này chủ yếu xác định các đại lượng như áp suất p, áp lực F hoặc so sánh diện tích tiết diện S_1 và S_2 trong các xylanh của các thiết bị cấu tạo trên nguyên tắc bình thông nhau (máy nét thuỷ lực, phanh thuỷ lực..).

Đây là các bài toán áp dụng định luật Paxcan: tác dụng vào vị trí 1 độ tăng áp lực $\Delta F_1 = \Delta p S_1$, độ tăng áp suất Δp được truyền nguyên vẹn đến vị trí 2 trong lòng chất lỏng $\Delta F_2 = \Delta p S_2$ nghĩa là ta có: $\Delta F_2 = \Delta F_1 \frac{S_2}{S_1}$

Các bài toán dạng này phải xác định chính xác các đại lượng đã biết (theo đề ra) và các đại lượng đặc trưng cho trạng thái theo quy ước (như áp suất khí quyển p_0, khối lượng riêng D của chất lỏng đang xét...) để thay vào trong công thức của định luật, từ đó suy ra các đại lượng cần tìm.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 10.1

Ba chiếc bình có cùng diện tích đáy được đặt trên mặt phẳng nằm ngang và đựng cùng một loại chất lỏng đến độ cao h như nhau (H10.1). *Khi đó áp lực lên đáy của các bình này là như nhau, nhưng khi đặt lần lượt mỗi bình lên bàn cân thì số đo trọng lượng của chúng lại khác nhau, hãy giải thích bằng biểu thức nghịch lí này?*

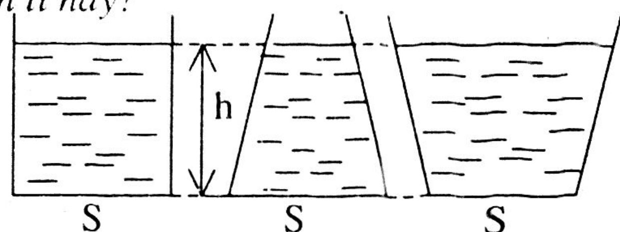
Bài giải

Cho: $S_1 = S_2 = S_3 = S$

$h_1 = h_2 = h_3$

$F_1 = F_2 = F_3$

CM: $P_1 \neq P_2 \neq P_3$



(H10.1)

Phân tích

Theo bài ra, diện tích đáy S của ba bình đều bằng nhau nên áp suất trên mặt đáy chỉ phụ thuộc vào độ cao cột chất lỏng h trong các bình. Cân là do trọng lượng, cùng một chất lỏng, trọng lượng P tỉ lệ với thể tích V của chất lỏng chứa trong mỗi bình. Vì vậy nếu các thể tích trong các bình khác nhau thì trọng lượng cân được khác nhau.

Giải

Vì chất lỏng trong ba bình đều giống nhau, độ cao các cột chất lỏng trong các bình như nhau nên áp suất trên mặt đáy các bình là:

$$p_1 = p_2 = p_3 = p = Dgh + p_0$$

Diện tích đáy của các bình bằng nhau (S), vì vậy áp lực lên đáy của các bình là:

$$F_1 = F_2 = F_3 = F = pS = (Dgh + p_0).S \qquad (1)$$

Mặt khác, trọng lượng khối chất lỏng trong các bình được xác định theo công thức:

$$P = mg = DVg \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta thấy trọng lượng phụ thuộc vào thể tích khối chất lỏng trong các bình.

Vì: $V_1 \neq V_2 \neq V_3 \Rightarrow P_1 \neq P_2 \neq P_3$

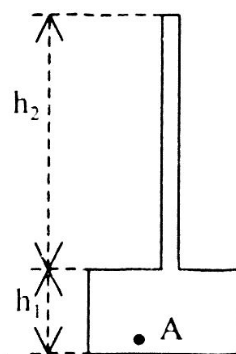
Trả lời: $P_1 \neq P_2 \neq P_3$

Thí dụ 10.2

Một thùng đựng nước cao 1m, mặt trên cắm 1 ống nhỏ hình trụ cao 10m (H10.2). *So sánh lực nén lên một điểm A trên thành của thùng cách đáy 20cm trong hai trường hợp:*

1) Chỉ đổ đầy nước trong thùng

2) Đổ nước lên đầy ống nhỏ (đến 10m)



(H10.2)

Bài giải

Cho: $h_1 = 1m$, $h_2 = 10m$

$h_3 = 20cm = 0,2m$

So sánh: F_1/F_2 a) h = 1m

b) h = 11m

Phân tích

Áp lực nén lên một điểm trong lòng chất lỏng được suy ra từ công thức tính áp suất tại điểm đó. Vì áp suất tại một điểm trong lòng chất lỏng phụ thuộc vào độ cao của cột chất lỏng chứa trong bình (tính từ

điểm đang xét đến mặt thoáng của chất lỏng). Trong hai trường hợp trên độ cao chất lỏng trong trường hợp thứ nhất là: $h = (h_1 - h_3)$, trường hợp thứ hai là $h = (h_1 + h_2 - h_3)$. Từ hai biểu thức này ta có thể so sánh được áp lực tai A trong hai trường hợp.

Giải

1) Trường hợp nước chỉ đổ đầy thùng (1m)

Áp suất tại A là: $p_1 = Dg(h_1 - h_3) + p_0$ (1)

2) Trường hợp nước đổ đầy đến ống nhỏ (1 + 10)m

Áp suất tại A là: $p_2 = Dg(h_1 + h_2 - h_3) + p_0$ (2)

Vì $\frac{F_1}{F_2} = \frac{p_1}{p_2}$ nên từ (1) và (2) ta có:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{0,8Dg + p_0}{10,8Dg + p_0}$$

Trong trường hợp bỏ qua áp suất khí quyển ($p_0 = 0$)

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{0,8Dg}{10,8Dg} = \frac{0,8}{10,8} = 0,074$$

Đáp số: *$F_1/F_2 = 0,074$*

Thí dụ 10.3

Trong một máy nén thuỷ lực, diện tích của hai píttông lần lượt là $S_1 = 6.10^{-3}m^2$ và $S_2 = 1,5.10^{-3}m^2$. Bên píttông S_1 người ta cần duy trì một lực 50N, để cân bằng thì bên píttông S_2 cần duy trì một lực bao nhiêu? Nếu bên píttông S_1 dịch chuyển một đoạn 0,02m thì bên píttông kia dịch chuyển được một đoạn bao nhiêu? (biết rằng chất lỏng trong máy nén có thể xem là lí tưởng).

Bài giải

Cho: $S_1 = 6.10^{-3}m^2$; $S_2 = 1,5.10^{-3}m^2$

$F_1 = 50N$; $h_1 = 0,02m$

Tính $F_2 = ?$ và $h_2 = ?$

Phân tích

Máy nén thuỷ lực là một bình thông nhau được giới hạn bởi hai píttông có thể chuyển động trong hai xylanh. Nguyên tắc hoạt động của máy dựa trên cơ sở sự truyền lực qua chất lỏng: $F_2 = F_1\frac{S_2}{S_1}$ trong đó S_1 và S_2 lần lượt là diện tích của các píttông. Như vậy, lực nén của mỗi bên tỉ lệ với diện tích tiết diện của píttông. Chất lỏng trong máy nén thuỷ lực

là chất lỏng lí tưởng nên không nén được, vì vậy khi píttông S_1 chuyển động có xu hướng làm giảm (hoặc tăng) thể tích thì píttông S_2 phải chuyển động theo hướng ngược lại để làm tăng (hoặc giảm) thể tích của khối chất lỏng, thoả mãn thể tích không đổi.

Giải

1) Áp dụng hệ quả của định luật Paxcan ta có

$$F_2 = F_1\frac{S_2}{S_1} = 50.\left(\frac{6.10^{-3}}{1,5.10^{-3}}\right) = 12,5N$$

2) Khi píttông 1 đi xuống được một đoạn h_1 thì píttông 2 phải đi lên một đoạn là h_2 thoả mãn hệ thức: $V_1 = V_2 \Rightarrow S_1h_1 = S_2h_2$

$$\Rightarrow \quad h_2 = h_1.\frac{S_1}{S_2} = 0,02\frac{6.10^{-3}}{1,5.10^{-3}} = 0,08m$$

***Đáp số:** 1) $F_2 = 12,5N$; 2) $h_2 = 0,08m$*

Thí dụ 10.4

Một thùng hình trụ, đáy tròn, đường kính 1,2m, cao 1,8m, phía trên nắp có gắn một ống nhỏ thẳng đứng, hình trụ cao 1,8m, đường kính tiết diện 12cm. Tính tỉ số giữa áp lực tác dụng lên đáy thùng và trọng lượng của nước chứa trong thùng và ống hình trụ trong trường hợp nước được đổ đầy đến miệng ống hình trụ nhỏ. Lấy $g = 10m/s^2$ và bỏ qua áp suất khí quyển.

Bài giải

Cho: $d_1 = 1,2m$; $h_1 = 1,8m$

$d_2 = 12cm = 0,12m$; $h_2 = 1,8m$

$g = 10m/s^2$

Tính: $F / P = ?$

Phân tích

Để xác định được tỉ số giữa áp lực của chất lỏng lên đáy thùng và trọng lượng của toàn bộ khối chất lỏng (chứa trong thùng + ống) ta phải xác định từng đại lượng riêng lẻ:

\+ Áp lực của khối chất lỏng lên đáy thùng F bằng tích của áp suất tại đáy $p = Dg(h_1 + h_2)$ với diện tích đáy $S = \frac{\pi}{4}d_1^2$.

\+ Trọng lượng toàn phần của khối chất lỏng là tổng trọng lượng của chất lỏng trong thùng + ống: $P = Dg(V_1 + V_2)$

Thay các số liệu bài ra đã cho ta xác định được tỉ số F / P

Giải

+ Vì bỏ qua áp suất khí quyển nên áp lực của khối chất lỏng tác dụng lên đáy thùng là: $F = pS = Dg(h_1 + h_2)\frac{\pi}{4}d_1^2$

+ Trọng lượng của khối chất lỏng trong thùng + ống là:

$$P = Dg(V_1 + V_2)$$

trong đó: $V_1 = \frac{\pi}{4}d_1^2$ và $V_2 = \frac{\pi}{4}d_2^2$

$$\Rightarrow P = Dg(\frac{\pi}{4}d_1^2 + \frac{\pi}{4}d_2^2) = \frac{\pi}{4}Dg(d_1^2 + d_2^2)$$

Vậy: $$\frac{F}{P} = \frac{\frac{\pi}{4}Dg(h_1 + h_2)}{\frac{\pi}{4}Dg(d_1^2 + d_2^2)} = \frac{(h_1 + h_2)}{(d_1^2 + d_2^2)} \approx 2$$

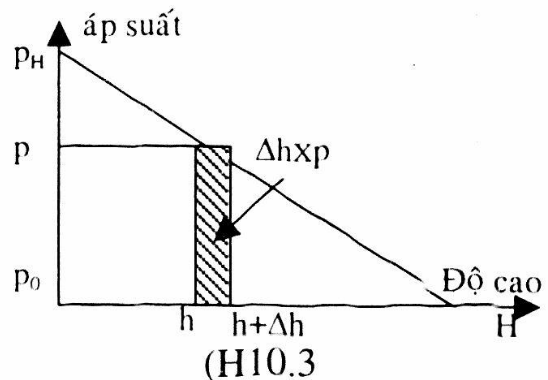
Đáp số: $\frac{F}{P} = 2$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

10.5

Trên một đập ngăn nước diện tích hình chữ nhật, áp suất trung bình của nước bằng áp suất tại độ cao 1/2 của đập. Chứng tỏ rằng, áp lực toàn phần tác dụng lên đập tỉ lệ với bình phương độ cao của đập.

Đáp số: $F = \frac{1}{2}lH^2Dg$



(H10.3

Hướng dẫn: áp suất p tại độ cao h phụ thuộc bậc nhất vào h

$$p = Dg(H - h) + p_0$$

khi h = 0 (đáy đập) thì áp suất lớn nhất: $p = p_H = HDg + p_0$

Gọi l là chiều dài đập, áp lực tác dụng lên một diện tích l.Δh là ΔF = p l.Δh = diện tích hình chữ nhật gạch chéo trên hình 10.3 . Từ đó ta có: $F = \Sigma\ \Delta F = l \times S_{p0pHH} = \frac{1}{2}lH^2Dg$

10.6

Một ống nhỏ hình chữ U hai miệng hở, chứa thuỷ ngân. Nếu đổ 13,6cm nước vào một nhánh của ống thì thuỷ ngân ở nhánh kia phải

dâng cao bao nhiêu? (biết rằng khối lượng riêng của thuỷ ngân là $13,6g/cm^3$)

Đáp số: $h_{tng} = 1cm$

10.7

Bán kính của hai xy lanh của một máy nén thuỷ lực lần lượt bằng 10cm và 2cm. Tác dụng lực 2500N lên píttông lớn, xác định lực tác dụng lên píttông nhỏ để cân bằng.

Đáp số: $F = 100N$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

10.8

Các câu phát biểu sau đây câu nào phát biểu *đúng*?

A. Áp suất là một đại lượng vô hướng

B. Áp suất là một đại lượng vectơ

C. Áp suất thuỷ tĩnh chỉ có lấy giá trị dương

D. Áp suất khí quyển không âm

10.9

Các câu phát biểu sau đây câu nào phát biểu *đúng*?

A. Áp lực là một đại lượng vô hướng

B. Áp suất tại mọi điểm đều bằng nhau

C. Áp lực không phụ thuộc vào hướng của mặt bị nén

D. Áp suất không phụ thuộc vào hướng của mặt bị nén

10.10

Áp suất tại đáy của một bình đựng chất lỏng phụ thuộc vào:

A. Gia tốc trọng trường

B. Khối lượng riêng của chất lỏng

C. Chiều cao của cột chất lỏng

D. Diện tích của mặt thoáng chất lỏng

Chủ đề 11

CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG
ĐỊNH LUẬT BECNULI

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Điều kiện chảy ổn định: Đặc trưng của sự chảy ổn định:

* Vận tốc chảy tại mỗi điểm không phụ thuộc vào thời gian

* Chất lỏng được giả thiết là lí tưởng (đồng tính, không ma sát, không nén được)

* Chảy không có xoáy (khi chảy không quay xung quanh bất kì trục tưởng tượng nào)

2. Lưu lượng

$$q = Sv \qquad [q] = m^3/s$$

(trong đó S là tiết diện ống dòng (m^2) và v là vận tốc (m/s))

3. Định luật bảo toàn dòng

Khi một chất lỏng lí tưởng chảy ổn định trong một ống dẫn thì lưu lượng của chất lỏng tại mọi tiết diện ngang của ống dẫn là như nhau. $S_1v_1 = S_2v_2$

4. Định luật Becnuli

Định luật viết cho sự chảy ổn định của một khối chất lỏng:

Ở quá trình chảy ổn định của một chất lỏng lí tưởng, dưới tác dụng của trọng lực, tại các điểm dọc theo dòng chảy, tổng áp suất và cơ năng của một đơn vị thể tích chất lỏng là một hằng số:

$$p_1 + \frac{1}{2}Dv_1^2 + Dgz_1 = p_2 + \frac{1}{2}Dv_2^2 + Dgz_2$$

(trong đó D khối lượng riêng chất lỏng; v là vận tốc dòng chảy, z là độ cao tính từ mốc tự chọn)

5. Hệ quả của định luật Becnuli

* *Công thức Torixenli:* Công thức Torixenli viết cho vận tốc của chất lỏng ở lỗ rò: $v = \sqrt{2gh}$

(trong đó h là độ cao cột chất lỏng tính từ lỗ rò đến mặt thoáng)

* *Hiện tượng Venturi:* Xét cho trường hợp chất lỏng chảy trong ống nằm ngang: $z_1 = z_2 = 0$

$$p_1 + \frac{1}{2}Dv_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}Dv_2^2$$

$$S_1 > S_2 \Rightarrow p_1 > p_2$$

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Các bài tập trong phần này được phân thành hai loại:

* Loại thứ nhất chủ yếu áp dụng định luật bảo toàn dòng và định luật Becnuli để xác định các đại lượng như: lưu lượng q hoặc vận tốc v của dòng chảy khi biết trạng thái của chất lỏng với các đại lượng còn lại trong công thức mô tả các định luật này.

+ Xác định đúng các đại lượng theo yêu cầu bài toán
+ Áp dụng công thức của định luật
+ Tìm các đại lượng chưa biết theo yêu cầu của bài toán

(*Lưu ý:* phải thống nhất đơn vị các đại lượng trong biểu thức)

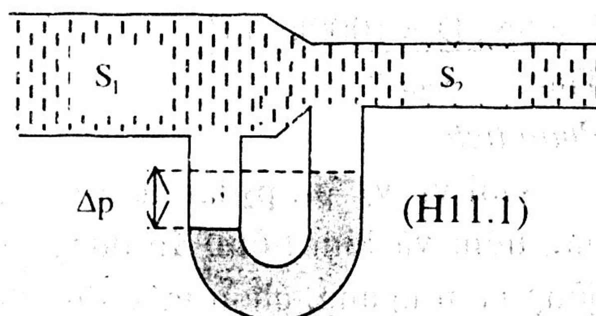
* Loại thứ hai là các bài tập về những trường hợp riêng của định luật Becnuli, khi giải chỉ cần áp dụng các công thức đã có như :*công thức Torixenli* $v = \sqrt{2gh}$ hoặc *Venturi* $p_1 + \frac{1}{2}Dv_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}Dv_2^2$ tuỳ thuộc vào các điều kiện ban đầu và yêu cầu của bài toán.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 11.1

Để xác định khối lượng chất lỏng hoặc chất khí chảy qua một tiết diện của ống trong một giây (lưu lượng chất lưu), người ta dùng một ống Venturi để đo hiệu các áp suất tĩnh $\Delta p = p_1 - p_2$ ở các tiết diện S_1 và S_2 (H11.1). *Hãy tính lưu lượng của chất lưu. (Biết rằng $S_1 = 0,2m^2$, $S_2 = 0,1m^2$ và $\Delta p = 1500\ N/m^2$, $D = 1000kg/m^3$)*

Bài giải



(H11.1)

Cho: $\Delta p = 1500N/m^2$

$S_1 = 0,2m^2$, $S_2 = 0,1m^2$

$D = 1000kg/m^3$

Xác định: q =?

Phân tích

Theo bài ra: cơ cấu của thiết bị đo là một ống Venturi đặt nằm ngang, vì vậy nếu ta chọn mốc để tính thế năng là mặt phẳng nằm ngang của ống lúc đó $z_1 = z_2 = 0$, trong định luật Becnuli không còn

thành phần thế năng chỉ còn lại thành phần động năng của khối chất lỏng. Để xác định lưu lượng chất lưu ta cần xác định được vận tốc v_1 của dòng chảy qua tiết diện S_1 và v_2 qua tiết diện S_2. Việc xác định các giá trị vận tốc này bằng cách áp dụng định luật Becnuli (trong trường hợp $z_1 = z_2 = 0$ và định luật bảo toàn dòng $S_1v_1 = S_2v_2$).

Giải

* Áp dụng công thức Venturi:

$$p_1 + \frac{1}{2}Dv_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}Dv_2^2$$

trong đó: $p_1 = \Delta p + p_2 \Rightarrow \Delta p + p_2 + \frac{1}{2}Dv_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}Dv_2^2$

$$\Rightarrow 2\Delta p + Dv_1^2 = Dv_2^2$$

* Mặt khác từ định luật bảo toàn dòng ta có:

$$S_1v_1 = S_2v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{S_1}{S_2}v_1 = 2v_1$$

$$\Rightarrow 2\Delta p + Dv_1^2 = D(2v_1)^2 \Rightarrow v_1^2 = 1m/s$$

Từ đó ta suy ra: $m = DV = D\,S_1v_1 = 200kg/s$

Đáp số: *m = 200kg/s*

Thí dụ 11.2

Một ống tiêm có xylanh tiết diện $S_1 = 4cm^2$ và kim tiêm có tiết diện $S_2 = 1mm^2$. Khi tiêm người ta ấn vào pittông một lực F = 5N thì thuốc trong ống tiêm phụt ra với vận tốc bằng bao nhiêu? Biết khối lượng riêng của thuốc trong ống tiêm là $1000kg/m^3$. Bỏ qua mọi ma sát và trọng lực.

Bài giải

Cho: $S_1 = 4cm^2$; $S_2 = 1mm^2$

F = 5N; $D = 1000kg/m^3$

Tính: $v_2 = ?$

Phân tích

Gọi v_1, v_2, p_1, p_2 lần lượt là vận tốc và áp suất của chất lỏng trong ống tiêm và kim tiêm, áp dụng định luật Becnuli cho trường hợp ống dòng nằm ngang, chọn mốc tính thế năng là mặt phẳng chứa ống tiêm thì thành phần thế năng bằng 0, lúc đó biểu thức định luậ chỉ còn:

$$p_1 + \frac{1}{2}Dv_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}Dv_2^2$$

(trong biểu thức trên, p_1 và p_2 là các áp suất tĩnh của ống và kim tiêm với $p_2 = p_0$ là áp suất khí quyển còn $p_1 = p_0 + \frac{F}{S_1}$)

Khi tiêm, vận tốc của chất lỏng trong ống tiêm rất bé so với vận tốc trong kim tiêm $v_1 << v_2$ (vì $S_2 << S_1$) nên độ lớn của $\frac{1}{2}Dv_1^2$ không đáng kể $\Rightarrow p_1 = p_2 + \frac{1}{2}Dv_2^2$ từ đó ta có thể xác định được v_2.

Giải

* Áp dụng định luật bảo toàn dòng ta có:

$$S_1v_1 = S_2v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{S_1}{S_2}v_1 \qquad (1)$$

* Áp dụng định luật Becnuli cho trường hợp ống dòng nằm ngang (hiện tượng *Venturi*):

$$p_1 + \frac{1}{2}Dv_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}Dv_2^2 \qquad (2)$$

Vì: $v_1 << v_2 \Rightarrow \frac{1}{2}Dv_1^2 \approx 0$ vậy ta có: $p_1 = p_2 + \frac{1}{2}Dv_2^2$

Thay: $p_2 = p_0$ và $p_1 = p_0 + \frac{F}{S_1} \Rightarrow p_0 + \frac{F}{S_1} = p_0 + \frac{1}{2}Dv_2^2$

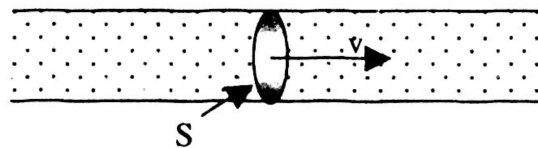
$$v_2 = \sqrt{\frac{2F}{DS_1}}$$ ta suy ra $v_2 = 5m/s$

Đáp số: *$v_2 = 5m/s$*

Thí dụ 11.3

Tìm vận tốc chảy của dòng khí CO_2 trong một ống dẫn (H11.2). *Biết rằng, cứ 30 phút khối lượng khí chảy qua một tiết diện ngang của ống bằng 0,5kg và đường kính của ống là 2cm (khối lượng riêng của khí CO_2 là 7,5 kgm^{-3}).*

Bài giải



(H11.2)

Cho: t = 30ph = 1800s

m = 0,5kg; d =2cm

$D = 7,5kg.m^{-3}$

Tìm: v =?

Phân tích

Yêu cầu của bài toán là tính vận tốc dòng chảy của khí khi biết khối lượng khí chuyển qua diện tích S (lưu lượng khí dịch chuyển qua diện tích S trong một đơn vị thời gian). Bằng cách áp dụng công thức tính lưu lượng dòng chảy q = Sv, ta có thể tính được vận tốc của dòng chảy. Cần lưu ý rằng lưu lượng dòng chảy q đúng bằng thể tích chất khí chuyển qua tiết diện S trong một giây $q = \frac{V}{t} = \frac{m}{Dt}$.

Giải

Lưu lượng dòng khí chảy qua tiết diện S là:

$$q = S.v$$

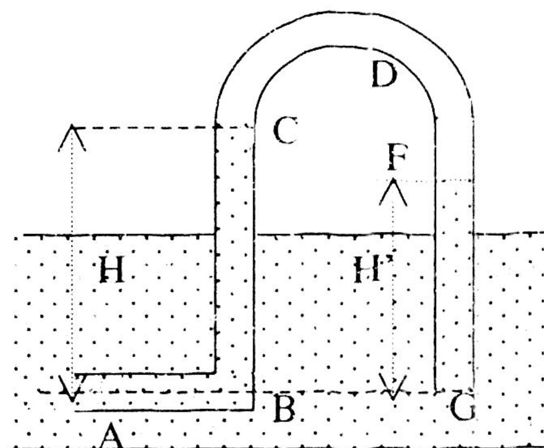
Vận tốc của dòng chảy qua tiết diện S sẽ là:

$$v = \frac{q}{S} = \frac{m}{DSt} = \frac{0{,}51}{7{,}5.\pi/4\,(2.10^{-2})^2.1800} = 0{,}12\text{m/s}$$

Đáp số: *$v = 0{,}12m/s$*

Thí dụ 11.4

Một ống hình chữ U có dạng ABCFG (H11.3) *cắm thẳng đứng vào một dòng chất lỏng đang chảy. Tại A vận tốc dòng chất lỏng chạy ngang là v. Tại G vận tốc dòng chảy vào ống bằng 0 (ống cắm thẳng đứng). Hãy chứng minh rằng:* $\frac{v^2}{2g} = H - H'$



(H11.3)

Bài giải

Cho: ABCDFG hình chữ U

$v_A = v$; $v_G = 0$

CM: $\frac{v^2}{2g} = H - H'$

Phân tích

Hình vẽ cho thấy, ống có thể chia thành các đoạn khác nhau: Đoạn ABC hình chữ L có phần hở của ống quay về phía dòng chảy, do đó ta có thể áp dụng định luật Becnuli: với vận tốc tại A là v_1 tại C là v_2, thế năng tại A là Dgz_1 ($z_1 = z_A$) và tại C là Dgz_2 ($z_2 = z_C$) và $z_2 - z_1 = H$; $p_1 = p_A$; $p_2 = p_C$. Ở đoạn GF vì vận tốc dòng vào ống bằng 0, do đó các thành phần động năng tại G và F đều bằng 0, chỉ còn lại thành phần thế năng tại G là Dgz_G và tại F à Dgz_F;

với $z_F - z_G = H'$; $p_G = p_A = p_1$; $p_F = p_C = p_2$ (áp suất khí quyển). Viết các phương trình cho hai đoạn trên ta có thể chứng minh được yêu cầu bài toán.

Giải

Áp dụng phương trình Becnuli cho:

1) Đoạn ABC: $$p_1 + \frac{1}{2}Dv_1^2 + Dgz_1 = p_2 + \frac{1}{2}Dv_2^2 + Dgz_2$$

(vì $v_2 \approx 0$ và $z_2 - z_1 = H$; $p_1 = p_A$; $p_2 = p_C$)

nên ta có: $$v_1^2 = 2gH + \frac{2g}{D}(p_C - p_1) \qquad (1)$$

2) Đoạn GF: $$p_G + \frac{1}{2}D.0^2 + Dgz_G = p_F + \frac{1}{2}D.0^2 + Dgz_F$$

Vì tại G, vận tốc của chất lỏng theo phương thẳng đứng bằng 0 nên trong phương trình trên ta có:

$z_F - z_G = H'$; $p_G = p_A = p_1$; $p_F = p_C = p_2$ (áp suất khí quyển)

Vậy suy ra: $$p_1 - p_2 = DqH' \qquad (2)$$

Kết hợp (1) và (2) ta có $v_1^2 = 2g(H - H')$ hay $\frac{v^2}{2g} = (H - H')$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

11.5

Người ta dịch chuyển một ống hình chữ L dọc theo một máng đựng đầy nước với vận tốc v = 8,33m/s. Xác định độ cao của mực nước dâng lên trong ống.

Đáp số: $h = \frac{v^2}{2g}$

11.6

Ở đáy của một bình hình trụ có đường kính D = 0,5m có một lỗ tròn đường kính d = 1cm. Tính vận tốc mực nước hạ xuống trong bình khi độ cao của mực nước ban đầu là h = 0,2m.

Đáp số: $v_1 = \frac{d^2}{D^2}\sqrt{2gh}$

Hướng dẫn: Gọi S_1 và v_1 là tiết diện và vận tốc hạ mực nước trong bình; S_2 và v_2 là tiết diện và vận tốc nước ở lỗ rò. Chọn mốc thế năng tại đáy bình, áp dụng định luật Becnuli ta được:

$$p_0 + \frac{1}{2}Dv_1^2 + Dgh = p_0 + \frac{1}{2}Dv_2^2$$

suy ra: $v_1^2 + 2gh = v_2^2$ (1)

Coi quá trình chảy là ổn định nên ta có: $v_2 = \frac{v_1 S_1}{S_2}$ (2)

từ (1) và (2) rút ra: $v_1 = \frac{S_2\sqrt{2gh}}{\sqrt{S_1^2 - S_2^2}}$. Thay $S_1 = \frac{\pi D^2}{4}$ và $S_2 = \frac{\pi d^2}{4}$ vào và xem gần đúng $d^4 << D^4$ ta rút ra: $v_1 = \frac{d^2}{D^2}\sqrt{2gh}$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

11.7

Một bình chứa nước đến độ cao h = 20cm có 3 lỗ nhỏ A', B', C' tại các độ cao h_A = 15cm, h_B = 10cm và h_C = 8cm. Các tia nước phụt ra từ A', B', C' lần lượt chạm vào mặt bàn tại các điểm A, B, C. Bỏ qua ma sát và lực cản của không khí.

Vận tốc v' của nước tại các điểm A', B' và C' lần lượt là:

A. v'_A = 6,33cm/s; v'_B = 6,33cm/s; v'_C = 6,33cm/s
B. v'_A = 17,3cm/s; v'_B = 14,1cm/s; v'_C = 10cm/s
C. v'_A = 20cm/s; v'_B = 20cm/s; v'_C = 20cm/s
D. v'_A = 400cm/s; v'_B = 400cm/s; v'_C = 400cm/s

11.8

Một bơm tiêm có đường kính d_1 = 1cm lắp với kim tiêm có đường kính lỗ kim là d_2 = 1mm. Khi ấn vào pittông với lực không đổi F = 10N thì nước trong bơm tiêm phụt ra tại mũi kim có vận tốc v_2 bằng bao nhiêu? Bỏ qua ảnh hưởng của trọng lực và lực ma sát.

A. v_2 = 11,6m/s B. v_2 = 254m/s
C. v_2 = 6,9m/s D. v_2 = 16m/s

11.9

Phương trình Becnuli được thiết lập trên cơ sở:

A. Định luật II Newton

B. Định luật III Newton

C. Định luật bảo toàn động lượng;

D. Định luật bảo toàn năng lượng

11.10

Lưu lượng dòng chảy qua một lỗ rò ở đáy của một thùng chứa phụ thuộc vào:

A. Diện tích lỗ rò

B. Chiều cao cột chất lỏng trong bình

C. Khối lượng riêng của chất lỏng

D. Gia tốc trọng trường

Phần hai

NHIỆT HỌC

Chương 5
CHẤT KHÍ

Chủ đề 12 THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ. CÁC ĐỊNH LUẬT VỀ CÁC ĐẲNG QUÁ TRÌNH

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Thuyết động học phân tử

* Vật chất được cấu tạo từ những phân tử riêng biệt
* Các phân tử luôn luôn chuyển động hỗn loạn không ngừng
* Các phân tử tương tác với nhau bằng những lực hút và lực đẩy
* Vận tốc trung bình của các phân tử chuyển động hỗn loạn cấu tạo nên vật càng lớn thì nhiệt độ của vật càng cao.

2. Khí lí tưởng

Chất khí trong đó các phân tử được coi là các chất điểm và chỉ tương tác với nhau khi va chạm được gọi là khí lí tưởng.

3. Lượng chất và mol

+ Lượng chất là đại lượng vật lí cơ bản trong hệ đơn vị SI, nó được xác định bởi số hạt (nguyên tử, phân tử) cấu tạo nên chất: đơn vị của lượng chất là mol
+ Mol là lượng chất nào đó chứa số hạt đúng bằng số nguyên tử có trong 12g cacbon có tên là số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23} mol^{-1}$
+ Khối lượng của 1 mol nguyên tử chất (nguyên tử gam) là số khối A trong bảng phân loại tuần hoàn.

4. Thông số trạng thái – Phương trình trạng thái

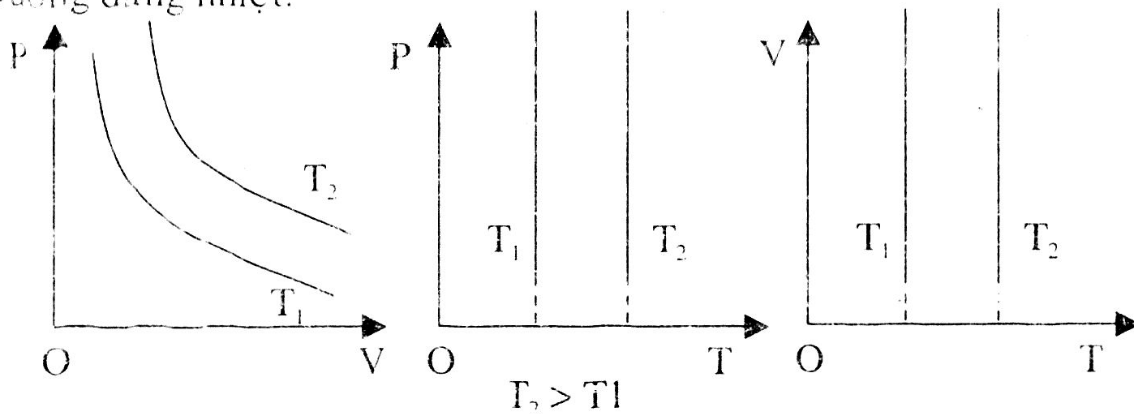
Thông số trạng thái là các đại lượng vật lí đặc trưng cho trạng thái của hệ bao gồm áp suất (p), thể tích (V), và nhiệt độ (T hoặc t)

5. Quá trình đẳng nhiệt – Định luật Bôilơ – Mariốt

* Ở nhiệt độ không đổi, áp suất của một khối khí tỉ lệ nghịch với thể tích của khối khí đó.

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ hay } p_1V_1 = p_2V_2 = pV = const$$

* Đường đẳng nhiệt:



$T_2 > T1$

(H12.1)

6. Quá trình đẳng tích – Định luật Saclơ

* Trong quá trình đẳng tích ($V_1 = V_2$), áp suất của một khối lượng khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của nó

$$\frac{P_1}{T_2} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{p}{V} = const$$

* Định luật Sáclơ

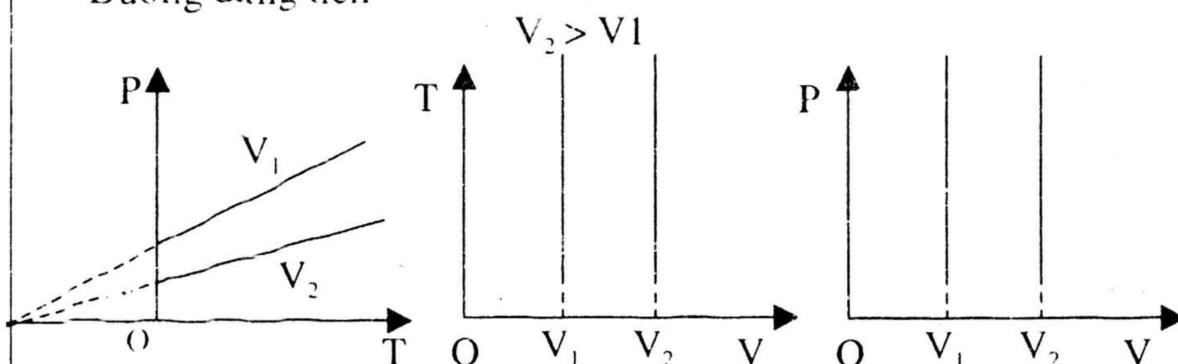
Trong quá trình đẳng tích ($V_1 = V_2$), áp suất của một khối khí xác định biến thiên theo hàm bậc nhất của nhiệt độ

$$p = p_0(1 + \alpha t)$$

trong đó: p_0 là áp suất tại 0^0C; α là hệ số tăng áp $\alpha = 1/273$ chung cho mọi chất khí và nhiệt độ Kenvin $T(K) = t^0C + 273$

* Đường đẳng tích

$V_2 > V1$



(H12.2

7. Quá trình đẳng áp – Định luật Gay – Luyxac

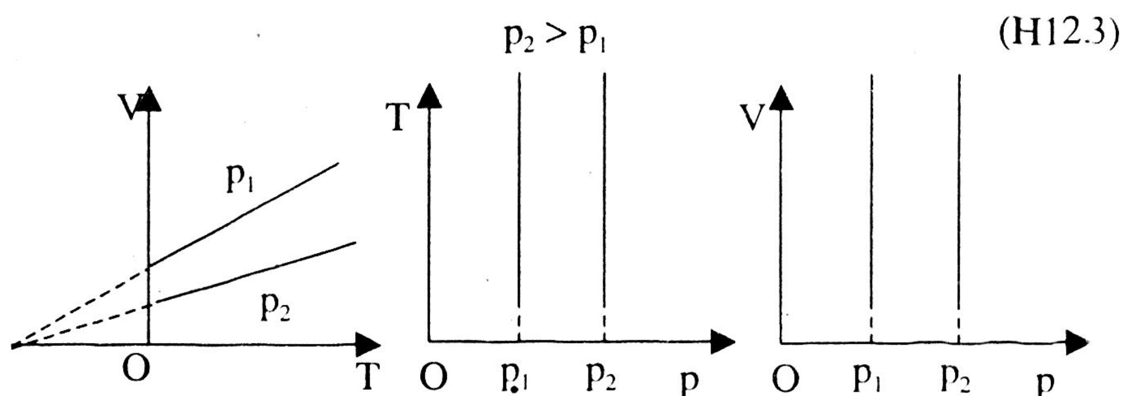
* Trong quá trình đẳng áp ($p_1 = p_2$), thể tích của một khối lượng khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của nó:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V}{T} = const$$

* Định luật Gay – Luyxac

Trong quá trình đẳng áp, thể tích của một khối khí xác định biến thiên theo hàm bậc nhất của nhiệt độ: $V = V_0(1 + \alpha t)$ trong đó: V_0 là thể tích tại 0^0C; α là hệ số dãn đẳng tích $\alpha = 1/273$ chung cho mọi chất khí .

* Đường đẳng áp



II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

1. Các bài tập phần này có thể phân thành hai dạng:

* Các bài tập về xác định số phân tử, nguyên tử, kích thước và khối lượng của chúng.

* Các bài tập áp dụng các định luật của các đẳng quá trình.

2. Phương pháp chung để giải bài tập trong phần này là phân tích hiện tượng để chỉ rõ lượng khí cần xét rồi chỉ ra các giá trị đã biết và chưa biết của các thông số trạng thái đặc trưng cho khối khí đó ở các trạng thái đầu và cuối (liệt kê trạng thái).

Nếu trong bài toán không cho rõ hai trạng thái đầu và cuối hì bao giờ ta cũng có thể lấy thêm một trạng thái ở điều kiện chuẩn:

$p_0 = 1.013.10^5$ Pa; $T_0 = 273$ K và $V_0 = 22,4.10^{-3}$ m^3/mol.

3. Một số điều cần lưu ý khi giải bài toán:

* Công thức tính áp suất: $p = \frac{F}{S}$ và áp suất chất lỏng ở điểm A nằm ở độ sâu h trong lòng chất lỏng: $p_A = p_0 + Dgh$

(trong đó p_0 là áp suất khí quyển ở phần trên mặt thoáng; p_A là áp suất cột chất lỏng (áp suất thuỷ tĩnh))

* Một số đơn vị của áp suất: Pa ; N/m^2

Atmôtphe kỹ thuật (at): 1at = $1{,}013.10^5$ N/m^2

Atmôtphe vật lí (atm): 1atm = $9{,}81.10^4 N/m^2$

Chiều cao cột thuỷ ngân cũng chính là áp suất của nó.

4. Khi giải các bài toán áp dụng định luật Bôilơ – Mariốt nên tiến hành theo hai bước:

* Liệt kê trạng thái; * Áp dụng định luật

Chú ý: Nếu bài toán cần tìm p thì các đơn vị V_1, V_2 phải cùng nhau. Nếu bài toán tìm V thì các đơn vị p_1 và p_2 phải cùng nhau.

5. Khi giải các bài toán ứng dụng định luật Saclơ hoặc Gay– Luyxac thì tùy thuộc vào bài toán để đưa ra cách giải:

* Nếu bài toán cho p_0 hoặc V_0 thì áp dụng biểu thức

$$p = p_0(1 + \alpha t) \text{ hoặc } V = V_0(1 + \alpha t)$$

* Nếu đề không cho p_0 hoặc V_0 thì áp dụng các biểu thức:

$$\frac{P_1}{T_2} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{hoặc} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

bằng cách liệt kê trạng thái và đổi từ t^0C thành T^0K

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 12.1

Trong nước biển có một lượng vàng rất lớn (cỡ $5mg/1m^3$ nước):

a) Tính kích thước của nguyên tử vàng.

b) Giải thích tạo sao các hạt vàng có kích thước $10^{-7} \div 10^{-5}$ cm không lắng xuống đáy biển, mặc dù vàng là một trong những kim loại nặng nhất? (Cho biết khối lượng riêng của vàng là $19{,}300kg/m^3$

Bài giải

Cho: μ = 197; D = $19300kg/m^3$

Hỏi: dl? vàng lắng xuống đáy?

Phân tích

Thông thường người ta quan niệm nguyên tử kim loại có dạng hình cầu, nếu biết khối lượng riêng và nguyên tử lượng của vàng thì có thể tìm được thể tích của nguyên tử vàng, do đó tính được kích thước của nguyên tử (phân tử của nguyên tố kim loại chỉ có một nguyên tử).

Muốn giải thích hiện tượng không lắng của các hạt vàng, ta phải xét chuyển động của chúng trong nước biển, tức là trong quá trình chuyển

động tự do và va chạm của các hạt vàng với các phân tử nước, có thể bỏ qua tác dụng của trọng lực và lực đẩy Ácsimet.

Giải

a) Thể tích ứng với một nguyên tử vàng:

$V_0 = \dfrac{\mu}{\rho}$ có chứa $N = 6.02.10^{26}$ nguyên tử vàng

$\Rightarrow$ thể tích của một nguyên tử vàng: $V_1 = \dfrac{\mu}{\rho N}$

Nguyên tử có dạng hình cầu thì đường kính của nó bằng:

$$d = \sqrt[3]{\frac{6}{\pi}V_1} = \sqrt[3]{\frac{6}{3,14}.\frac{197}{19.300.6,02.10^{26}}} \approx 3,1.10^{-10}m = 3,1.10^{-8}cm$$

Như vậy, nguyên tử vàng có kích thước vào cỡ kích thước của phân tử nước và của nhiều phân tử chất khác.

b) Kích thước của hạt vàng trong nước biển ($10^{-7} \div 10^{-5}$ cm) khá nhỏ nên nó có thể chuyển động hỗn loạn theo mọi phương, vì lực tác động của các phân tử nước lên nó ở từng thời điểm khác nhau có phương khác nhau, do đó các hạt vàng không lắng xuống đáy biển.

Đáp số: *$d \approx 3,1.10^{-8}cm$*

Thí dụ 12.2

Trong một phòng rộng $20m^2$, cao 5m, có không khí ở điều kiện chuẩn. Hãy tính khối lượng của một phân tử oxy trong không khí và số phân tử oxy có trong phòng. Biết rằng phân tử lượng của oxy bằng 32kg/kmol, khối lượng riêng của nó bằng $1,43kg/m^3$

Bài giải

Cho: $s = 20m^2$; $H = 5m$

$\mu = 32kg/mol$; $D = 1,43kg/m^3$

Hỏi: $m = ?$; $N_1 = ?$

Phân tích

Phân tử lượng của bất kì chất nào cũng chứa một số phân tử bằng số Avogađro $N = 6,02.10^{26}mol^{-1}$. Do đó, nếu biết phân tử lượng, ta dễ dàng tính được khối lượng của một phân tử. Do hiện tượng khuếch tán, các phân tử oxy được phân bố đều trong không khí. Nếu biết khối lượng riêng của oxy, ta có thể tính được mật độ phân tử oxy và do đó tính được tổng số phân tử oxy trong phòng.

Đối với bài này, ta có thể tìm mật độ phân tử oxy từ điều kiện chuẩn 1 kilômol khí oxy có thể tích $V_0 = 22,4m^3$ chứa $N = 6,02.10^{26}$ phân tử.

Giải

Khối lượng của một phân tử oxy:

$$m = \frac{\mu}{N} = \frac{32}{6,02.10^{26}} \approx 5,3.10^{-26}kg.$$

Trong 1 kmol khí oxy (hay trong 32kg) có $n = 6,02.10^{26}$ phân tử, vậy trong $1m^3$ oxy có khối lượng m = 1,43kg chứa $N = \frac{N_0}{A}$ ph.tử

Tổng số phân tử oxy có trong phòng:

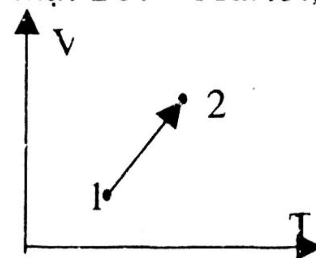
$$N_1 = nV = \frac{N_0}{A} sh = \frac{6,02.10^{26}}{22,4} .20,5 \approx 2,7.10^{27}.$$

Đáp số: *$m \approx 5,3.10.^{-26}kg$; $N_1 \approx 2,7.10^{27}$ phân tử*

Thí dụ 12.3

1) Hãy viết công thức mô tả sự phụ thuộc của thể tích một khối khí nhất định trong định luật Gay – Luyxăc vào nhiệt độ tuyệt đối. Vẽ sơ đồ biểu diễn phụ thuộc đó.

2) Trong quá trình nung nóng một chất khí từ trạng thái 1 đến trạng thái 2, bằng các số liệu thu được về thể tích và nhiệt độ của nó, người ta vẽ được đồ thị (H12.4). *Dựa vào đồ thị đó và định luật Bôi – Mariốt, hãy xác định tính chất của sự biến đổi áp suất.*



(H12.4)

Bài giải

Cho: $V = V_0 (1+\alpha t)$

pV = hằng số

Tìm: 1) V(T)?; Δp?

Phân tích và giải

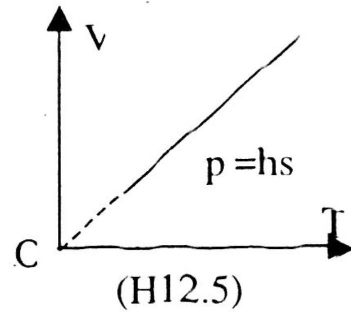
1) Liên hệ giữa nhiệt độ tuyệt đối và nhiệt độ Xenxiut bằng hệ thức:

$$T(^0K) = t\ (^0C) + 273^0$$

Vì hệ số dãn nở khối của các chất khí đều bằng nhau và bằng 1/273 độ$^{-1}$, định luật Gay – Luyxăc có thể được viết lại:

$$V = V_0 (1+\alpha t) = V_0\alpha \left(\frac{1}{\alpha}+1\right) = = V_0\ \alpha\ (237 + t) = V_0\alpha T \quad (1)$$

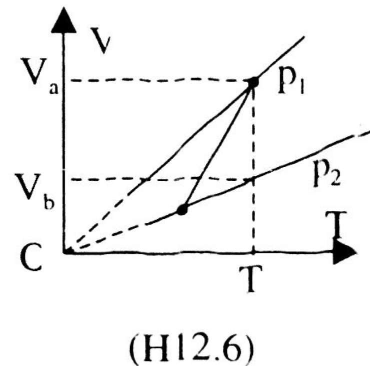
Dễ dàng biểu diễn hệ thức giữa thể tích khí và nhiệt độ tuyệt đối của nó dưới dạng (1) trên đồ thị (H12.5)



(H12.5)

Vậy khi áp suất không đổi, hàm số V (T) trong đó đồ thị (V,T) là một đường thẳng có phương qua gốc toạ độ. Đoạn đường chấm chấm đi qua gốc toạ độ có ý nghĩa là đoạn đó không có thực, vì ở nhiệt độ thấp, các chất khí thực không tuân theo đúng định luật Gay–Luyxăc.

2. Muốn xét sự biến đổi của áp suất không khí trong quá trình nung nóng nó, ta phải vẽ qua các điểm 1 và 2 những đường đẳng áp p_1 và p_2. Để biết được quan hệ giữa p_1 và p_2, trên đồ thị (V,T) vẽ đường đẳng nhiệt ứng với một trạng thái bất kì trên đường 1 – 2. đường thẳng nhiệt cắt hai đường đẳng áp ở các điểm a, b và ứng với các thể tích V_a và V_b. (H12.6) Theo định luật Bôi – Mariốt, hai trạng thái a và b của khí có cùng nhiệt độ nên: $P_1V_a = P_2V_b$



(H12.6)

Vì: $V_0 < V_b \Rightarrow P_1 > P_2$

Vậy áp suất của chất khí giảm trong quá trình nung nóng nó.

Đáp số: *1) $V = V_0\alpha T$; 2) $P_1 > P_2$*

C. CÁC BÀI TẬP TỰ GIẢI

12.4

Hai bình cầu nối với nhau bằng một cái ống có khoá. Bình thứ nhất có dung tích $V_1 = 3$ lít chứa không khí ở áp suất $p_1 = 8.10^5$Pa, bình kia có thể tích $V_2 = 5$ lít, chứa không khí ở áp suất $p_2 = 6.10^5$ Pa. Khi mở khoá cho hai bình thông nhau, hỏi áp suất trong mỗi bình là bao nhiêu? (thể tích ống nối không đáng kể và quá trình thí nghiệm coi như nhiệt độ không đổi).

Đáp số: *$p = 6,75.10^5 Pa$*

12.5

Hãy viết công thức mô tả sự phụ thuộc của áp suất của một khối khí nhất định trong định luật Saclơ: $p_t = p_0(1 + \alpha t)$ vào nhiệt độ tuyệt đối. Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc đó.

Đáp số: $p_t = p_0(1 + \alpha t) = p_0\alpha\left(\frac{1}{\alpha} + t\right) = p_0\alpha T$

12.6

Một khối khí có thể tích 2 lít ở nhiệt độ 270^0C. Thể tích của nó là bao nhiêu nếu nhiệt độ là 546^0C và áp suất không đổi?

Đáp số: *$V_2 = 3$lít*

12.7

Muốn làm căng một chiếc săm rỗng của bánh xe đạp sao cho diện tích tiếp xúc của lốp với mặt đường bằng $60cm^2$, người ta dùng một cái bơm mà một nhát nó đẩy được $40cm^3$ không khí vào xăm. Thể tích của săm là $2000cm^3$. Tải trọng trên bánh xe bằng 340N. Áp suất của không khí coi như bằng áp suất của khí quyển ở điều kiện tiêu chuẩn, còn nhiệt độ không đổi. Hỏi cần phải bơm bao nhiêu nhát bơm.

Đáp số: *$n = 78$ nhát*

12.8

Ở độ sâu 1m dưới nước có một bong bóng khí hình cầu. Hỏi ở độ sâu nào thì bong bóng đó thu lại thành một hình cầu có bán kính nhỏ hơn 2 lần. Áp suất khí quyển bằng $1,013.10^5$Pa.

Đáp số: *$h_2 = 80m$*

12.9

Một khối lượng khí được nung nóng, một lần trong một bình nhỏ, một lần khác trong bình to, trong thời gian nung nóng thể tích của các bình không thay đổi. Hãy xem xét các đồ thị mô tả sự biến đổi của áp suất theo nhiệt độ trong 2 trường hợp khác nhau như thế nào?

Đáp số: *$V_1 < V_2$ (đường V_1 nằm trên đường V_2)*

12.10

Khí trong một xylanh được đậy kín bằng một píttông có thể dịch chuyển tự do. Vẽ các đồ thị mô tả sự phụ thuộc của thể tích vào nhiệt độ đối với các trường hợp nung nóng khí khi có tải trọng nhỏ và tải trọng lớn trên píttông. Vị trí của đường biểu diễn thể tích theo nhiệt độ trong quá trình đẳng áp thay đổi như thế nào khi biến đổi áp suất bên ngoài?

Đáp số: *$p_1 < pV_2$ (đường p_1 nằm trên đường p_2)*

12.11

Một bình có thể tích không đổi được nung nóng trong có chứa m gam khí, một lần khác có chứa 2m gam chất khí đó. Hãy vẽ các đường biểu diễn sự phụ thuộc của áp suất vào nhiệt độ trong hai trường hợp ấy. Nêu lên sự khác nhau về vị trí của các đường đó.

Trả lời: *ở bất kì nhiệt độ nào, khi V = const thì p tỉ lệ thuận với m*

B. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

12.12

Công thức nào dưới đây biểu diễn định luật Saclơ

1. $V = V_0 (1 + \frac{t}{273})$ 2. $p = p_0 (1 + \frac{t}{273})$

3. $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$ 4. $p.V = const$

A. Công thức (3) B. Công thức (4)

C. Công thức (2) và (3) D. Công thức (1)

12.13

Một ống thủy tinh thẳng dài, tiết diện đều S có đáy kín, bên trong có một cột thủy ngân chiều dài l = 19,5mm. Chiều dài cột không khí ở dưới giọt thủy ngân khi đặt ống thẳng đứng miệng hở trên là l_1 = 380mm, khi đặt ống thẳng đứng miệng hở ở dưới là l_2 = 400mm. Tính chiều dài l_3 của cột không khí trong ống khi đặt ống nằm ngang.

A. l_3 = 390mmHg;

B. Do không biết tiết diện S của ống nên không tính được l_3

C. l_3 = 389,8mmHg;

C. Do không biết áp suất của khí quyển nên không tính được l_3

12.14

Một cái chai chứa không khí được đậy kín bằng một nút có tiết diện $S = 2{,}4cm^2$ và trọng lượng không đáng kể. Lực ma sát nghỉ cực đại giữa nút và cổ chai là F = 12N. Áp suất ban đầu của không khí trong chai bằng áp suất khí quyển $p_0 = 1{,}013.10^5$Pa. Cần đun nóng không khí trong chai đến nhiệt độ nào để nút chai có thể bật ra khỏi miệng chai.

A. $t_2 > 40{,}5^0C$ B. $t_2 > 177^0C$ C. $t_2 > 450^0C$ D. t_2 > 150K.

12.15

Một ống thủy tinh thẳng dài, tiết diện đều, đáy kín, miệng hở, chứa một lượng khí bị cách li với bên ngoài bởi một giọt thủy ngân. Khi đặt ống nằm ngang thì thấy chiều dài của cột không khí bên trong ống ở nhiệt độ $t_1 = 27^0C$ là $l_1 = 300mm$. Tính chiều dài cột không khí l_2 bên trong ống ở nhiệt độ $t_2 = 37^0C$.

A. $l_2 = 310m$; B. $l_2 = 411,1mm$; C. $l_2 = 340,6mm$

D. Không tính được l_2 vì không biết thể tích V_0 của cột không khí ở 0^0C và không biết hệ số nở đẳng áp α của không khí.

12.16

Một bình dung tích V = 10lít chứa m = 2g Hydrô ở $t = 27^0C$. Tính áp suất p của khí trong bình.

A. p = 2,52 at B. p = 0,52 at C. p = 5,04 at D. p = 0,27 at

12.17

Vận tốc trung bình của phân tử khí trong một bình chứa khí ở nhiệt độ $t_1 = 27^0C$ là $v_1 = 1800m/s$. Tính vận tốc trung bình của phân tử khí trong bình đó khi nhiệt độ $t_2 = 927^0C$

A. $v_2 = 900m/s$ B. $v_2 = 3600m/s$ C. $v_2 = 10588m/s$ D. $v_2 = 7200m/s$

Chủ đề 13

PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÍ TƯỞNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Phương trình trạng thái khí lí tưởng

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{PV}{T} = const$$

* Khi đẳng nhiệt: $T_1 = T_2 \Rightarrow p_1V_1 = p_2V_2$

* Khi đẳng tích: $V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

* Khi đẳng áp: $p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

2. Hằng số khí lí tưởng

* Điều kiện chuẩn: $p_0 = 1,013.10^5 = 760mmHg$;

$T_0 = 273K$; $V_0 = v_0 = 22,4.10^{-3}m^3/mol$

* Hằng số khí lí tưởng:

$$\frac{p_0V_0}{T_0} = R = 8,31 \quad (J/mol.K)$$

Lưu ý: Nếu p: (N/m^2 hoặc Pa); V: (m^3) thì R = 8,31 (J/mol.K)

Nếu p: (at); V: (lít) thì $R = 8,2.10^{-2}$ (at.l/mol.K)

3. Phương trình Claperông – Menđeleep

$$\frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu}R$$

* m là khối lượng (kg); μ là khối lượng của 1 mol khí (kg/mol)

(_Lưu ý:_ nếu gọi v là thể tích mol thì: $V = \frac{m}{\mu}v$)

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Khi một khối lượng khí biến đổi từ trạng thái thứ nhất qua trạng thái thứ 2 nhưng không theo đẳng quá trình nào (nghĩa là cả 3 thông số chính p, V và T đặc trưng cho trạng thái đều thay đổi). Ta có thể xác định một trong các thông số trên bằng cách áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = const$$

Như trên đã nêu, nếu trong bài toán không cho rõ hai trạng thái đầu và cuối thì bao giờ ta cũng có thể lấy thêm một trạng thái nữa, đó là trạng thái khí ở điều kiện tiêu chuẩn:

$p_0 = 1.013.10^5Pa$; $T_0 = 273K$ và $V_0 = 22,4.10^{-3}\ m^3/mol$.

Trong trường hợp các bài toán khối lượng khí thay đổi chúng ta phải sử dụng phương trình Claperông – Menđeleep:

$$\frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu}R$$

Phương pháp tổng quát để giải các bài tập trong chủ đề này thường thực hiện qua các bước sau:

* Liệt kê các trạng thái (có thể thêm trạng thái chuẩn)

* Áp dụng phương trình trạng thái hoặc phương trình Claperông – Mendeleep

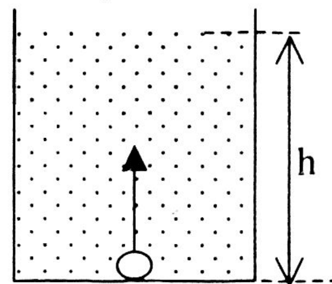
$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = const \text{ hoặc } \frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu}R$$

(chú ý đổi nhiệt độ t^0C ra nhiệt độ ^0K)

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 13.1

Một cái hồ sâu 15m có nhiệt độ dưới đáy hồ là 280K và trên mặt hồ là 295K, áp suất khí quyển là 10^5Pa. Một bọt khí có thể tích là $1mm^3$ bắt đầu nổi từ đáy hồ lên (H13.1). Lấy gia tốc trọng trường $g = 9,8m/s^2$ và khối lượng riêng của nước $D = 1000\ kg/m^3$. Hãy xác định thể tích của bọt khí ở sát mặt hồ.



(H13.1)

Bài giải

Cho: $h = 15m$; $T_1 = 280K$

$T_2 = 295K$; $p_0 = 10^5Pa$

$V_1 = 1mm^3$; $D = 1000kg/m^3$

Xác định: $V_2 = ?$

Phân tích

Trong quá trình nổi lên từ đáy hồ, khí bị nhốt trong bọt khí không thoát ra ngoài do đó có thể xem khối lượng khí không thay đổi. Tuy nhiên khi đi từ nhiệt độ T_1 ở đáy hồ lên T_2 ở mặt hồ, trạng thái của chất khí trong bọt khí thay đổi từ thể tích V_1 ở áp suất p_1 trở thành thể tích V_2 ở áp suất p_2. Như vậy các trạng thái biến đổi đã có, ta chỉ cần áp dụng phương trình trạng thái để tìm V_2 với lưu ý rằng ở trạng thái 2 áp suất bằng áp suất khí quyển.

Giải

Trạng thái 1	Trạng thái 2
$p_1 = Dgh + p_0$	$p_2 = p_0$
$V_1 = 1mm^3$	$V_2 = ?$
$T_1 = 280K$	$T_2 = 295K$

Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng:

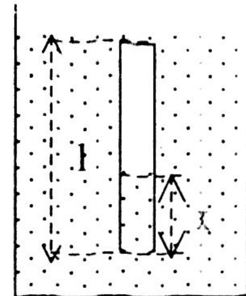
$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{p_2T_1} = \frac{(p_0 + Dgh)V_1T_2}{p_2T_1}$$

Thay số vào ta được: $V_2 = 2,6\ mm^3$

***Đáp số:** $V_2 = 2,6\ mm^3$*

Thí dụ 13.2

Một ống thuỷ tinh có một đầu hở, một đầu kín, dài 12cm chứa không khí dưới áp suất khí quyển bằng 76 cm thuỷ ngân. Ống được dìm theo phương thẳng đứng, miệng ở dưới, vào một bình thuỷ ngân sao cho đáy ống tới ngang mặt thoáng (H13.2). *Hãy tính độ cao của cột thuỷ ngân trong ống lúc đó.*



(H13.2)

Bài giải

Cho: l = 12cm

P = 76 cmHg

Hỏi: x?

Phân tích

Miệng ống càng xuống sâu vào bình thuỷ ngân thì áp suất khí quyển chịu áp suất thủy tĩnh càng lớn. Do đó, thuỷ ngân chui vào ống ngày càng nhiều. Khi đáy ống dừng lại ở ngang mặt thoáng của thuỷ ngân trong bình thì thuỷ ngân chui vào ống sẽ dừng lại ở độ cao x so với miệng ống, ở đó áp suất không khí ở trong ống cân bằng với tổng của áp suất khí quyển và áp suất của cột thuỷ ngân cao bằng cột không khí trong ống.

Do khối không khí trong ống biến đổi trạng thái, để nghiên cứu tính chất của nó, ta phải xem xét quá trình biến đổi đó là quá trình nào. Trong trường hợp này đó là quá trình đẳng nhiệt, do đó có thể dùng định luật Bôi – Mariốt cho quá trình này.

Lưu ý rằng, tiết diện của ống tại mọi chỗ là như nhau nên khi tính thể tích của cột không khí và của cột thuỷ ngân gây nên áp suất thuỷ tĩnh ta chỉ cần chú ý đến độ cao.

Giải

Vì quá trình đẳng nhiệt, nên tích số của áp suất và thể tích trước và sau khi dìm ống không khí vào bình thuỷ ngân không đổi:

$$pl = (p + l - x)(l - x)$$

$$\Rightarrow \quad x^2 - (p + 2l)x + l^2 = 0$$

$$\Rightarrow \quad x^2 - (76 + 2.12)x + (12)^2 = 0$$

$$x^2 - 100x + 144 = 0$$

Nghiệm của phương trình này: $x = 50 \pm \sqrt{(50)^2 - 144}$ cm

Điều kiện: $x < l$, do đó $x = 50 - \sqrt{2500 - 144} = 1,46$ cm.

Đáp số: *x = 1,46cm*

Thí dụ 13.3

Thể tích của không khí trong buồng là $100m^3$. Tính khối lượng không khí thoát ra khỏi buồng đó khi nhiệt độ trong buồng tăng từ 10^0C lên 25^0C(H13.3). Cho áp suất khí quyển là 770mm thuỷ ngân.

Bài giải:

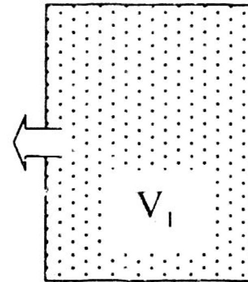
Cho: $V_1 = 100m^3$; $T_1 = 273^0 + 10^0 = 283^0K$

$T_2 = 273^0 + 25^0 = 298^0K$; $p_1 = 770mmHg$

$D = 1,29\ kg/m^3$; $p_0 = 760\ mmHg$

Hỏi: Δm?

Phân tích



(H13.3)

Khi nhiệt độ tăng, không khí dãn nở, áp suất của biến đổi. Như vậy quá trình biến đổi trạng thái của không khí thuộc trường hợp tổng quát, do đó phải dùng phương trình trạng thái cho khối lượng khí trong buồng (tức là phương trình Clapâyrôn):

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \qquad (1)$$

Tuy nhiên, không thể tìm được độ tăng thể tích $\Delta V = V_2 - V_1$ của không khí trong buồng trực tiếp từ hệ thức này, vì ta không biết cả V_2 lẫn p_2, do đó ta phải so sánh trạng thái bất kì của không khí với trạng thái chuẩn của nó ($p_0 = 760mmHg$, $D_0 = 1,29kg/m^3$, $T_0 = 273^0K$ hay $t_0 = 0^0C$), từ đó tìm được khối lượng của không khí ở trong buồng lúc nhiệt độ là 10^0C và lúc 25^0C, cuối cùng ta tính được lượng không khí đã thoát ra ngoài phòng.

Giải:

Áp dụng phương trình Clapâyrôn:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{P_0m_1}{T_0D_0} \Rightarrow m_1 = \frac{P_1V_1T_0D_0}{P_0T_1} \qquad (2)$$

(m_1 là khối lượng của không khí trong buồng lúc đầu ở $T_1 = 283^0K$)

Khi nhiệt độ tăng, thể tích của phòng và áp suất khí quyển trong phòng cũng tăng lên. Nhưng độ tăng thể tích của phòng trong khoảng nhiệt độ nhỏ đã cho là không đáng kể, do đó có thể xem $V_1 = V_2$, vì không khí trong phòng luôn thông với bề ngoài nên khi dãn khí thoát bớt ra ngoài do đó áp suất P_2 trong phòng vẫn bằng áp suất P_1 của khí quyển bên ngoài.

Gọi m_2 là khối lượng không khí trong phòng ở nhiệt độ $T_2 = 298^0$, áp dụng phương trình Clapâyrôn cho không khí ở trạng thái đó và so sánh với trạng thái chuẩn của nó.

$$\frac{p_2V_2}{T_2} = \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{P_0m_2}{T_0D_0} \Rightarrow m_2 = \frac{P_1V_1T_0D_0}{P_0T_2} \quad (3)$$

Vậy khối lượng không khí đã thoát ra ngoài là:

$$\Delta m = m_1 - m_3 = \frac{P_1V_1T_0D_0}{P_0T_2}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) =$$

$$\frac{770.133.100.273.1,29}{760.133} = \left(\frac{1}{283} - \frac{1}{298}\right) = 6,35\text{kg}$$

Đáp số: $\Delta m = 6,35kg$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

13.4

Một quả bóng tròn có dung tích 2,5 lít được bơm không khí ở áp suất thường, mỗi nhát bơm được 125cm^3. Nếu bơm 40 nhát thì áp suất khí trong quả bóng sẽ bao nhiêu? cho rằng trước khi bơm trong quả bóng không có không khí và trong thời gian bơm nhiệt độ không đổi.

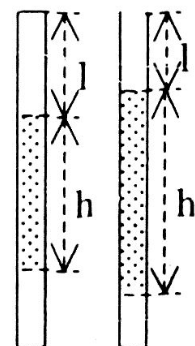
Đáp số: $p = 2.10^5\ Pa$

13.5

Trong một ống thuỷ tinh một đầu kín một đầu hở có chứa thuỷ ngân. Xác định áp suất khí quyển theo hai vị trí của ống 1) Khi ống để úp miệng xuống dưới, cột thuỷ ngân có chiều cao là 15cm và cột không khí bị nhốt trong ống là 12cm (H13.4).

2) Khi ống để ngửa miệng ở trên, chiều cao cột thuỷ ngân là h, cột không khí bị nhốt còn lại 8cm.

Đáp số: *p = 75 cmHg*



(H13.4)

Hướng dẫn: Vì quá trình đẳng áp nên ta có:

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

Nếu gọi p là áp suất khí quyển ta có:

$$(p - h)V_1 = (p + h)V_2 \Rightarrow p = 75 \text{ cmHg}$$

13.6

Trong một ống nhỏ hàn kín một đầu, không khí được ngăn cách với không gian bên ngoài bằng một cột thuỷ ngân dài h = 15cm. Khi ống nằm ngang, không khí trong ống chiếm thể tích $V_1 = 240\text{ mm}^3$,

khi ống đứng thẳng, đầu hở ở phía trên thì không khí chiếm thể tích $v_2 = 200mm^3$. Hãy xác định áp suất của khí quyển trong thời gian làm thí nghiệm.

Đáp số: $p = \dfrac{hV_2}{V_1 - V_2} = 75cmHg$

Hướng dẫn: Vì quá trình là đẳng nhiệt, khi áp dụng định luật Bôi – Mariốt, chú ý áp suất cột thuỷ ngân có giá trị chính bằng độ cao h của cột thuỷ ngân (tính ra đơn vị cm)

13.7

Một ống thuỷ tinh nhỏ, một đầu kín, một đầu hở dài l = 36,4cm tiết diện ngang $0,4cm^2$, chứa không khí dưới áp suất khí quyển bằng p = 76cm thuỷ ngân. Người ta dìm ống xuống nước theo phương thẳng đứng miệng ở dưới. Tính thể tích của lượng nước chui vào ống khi phần ống ngập trong nước có độ cao h = 30cm.

Đáp số: $V = Sx = 0,4\ cm^3$

13.8

Có bao nhiêu phân tử không khí ở trong một phòng có thể tích $240m^3$, ở nhiệt độ 15^0C và áp suất 750mm thuỷ ngân. Khối lượng của một kilomol không khí là $\mu = 29kg$?

Đáp số: *$n = 6.10^{27}$ phân tử*

Hướng dẫn: Dùng phương trình Clapeyrôn – Menđêleep, so sánh trạng thái khí ở điều kiện chuẩn với trạng thái đã cho ta tìm được khối lượng của không khí trong buồng ở nhiệt độ 15^0C:

$$m = \frac{p_1 V_0 T_0 D_0}{p_0 T_1} \qquad \text{(trong đó } D_0 = 1,29\ kg/m^3\text{)}$$

mặt khác mỗi kilomol khí có khối lượng μ chứa $N = 6,02.10^{26}$ phân tử, do đó ta có: $n = N\dfrac{m}{\mu} = N\dfrac{p_1 V_0 T_0 D_0}{p_0 T_1} = 6.10^{27}$ *phân tử*

13.9

Trong một xylanh có diện tích đáy $100cm^2$ chứa không khí. Pittông nằm ở độ cao 50m so với đáy của xylanh. Áp suất của khí quyển bằng 76cm thuỷ ngân. Nhiệt độ không khí bằng 12^0C. Đặt lên pittông một quả nặng 490N, khi đó pittông hạ xuống 10cm.Tìm nhiệt độ không khí sau khi pittông hạ xuống.

Đáp số: $T_2 = 338K$

Hướng dẫn: Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng:

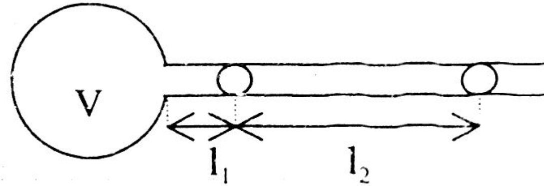
$$T_2 = \frac{p_2V_2T_2}{p_1T_1} = \frac{(p_1 + \frac{p}{S})(h_1 - l)T_1}{p_1h_1} \Rightarrow T_2 = 338K$$

13.10

Cần phải bơm bao nhiêu nhát để có thể giảm áp suất trong một bình cầu bằng thuỷ tinh từ 760mmHg xuống 0,1mmHg, biết rằng thể tích của bình là 1lít, của xylanh bơm $200cm^3$.

Đáp số: *n = 40 nhát*

13.11

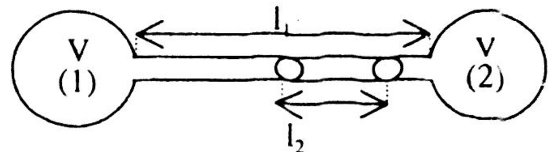


(H13.5)

Một áp kế khí gồm một bình cầu thuỷ tinh, thể tích $273cm^3$ gắn với một ống nhỏ nằm ngang trong có một giọt thuỷ ngân ngăn cách thể tích bên trong với không gian bên ngoài (H13.5). Tiết diện của ống là $0,1cm^2$. Giọt thuỷ ngân sẽ dịch chuyển một đoạn bao nhiêu khi nung nóng bình đến 10^0C (ở 0^0C nó nằm cách đáy ống một khoảng $l_1 = 30cm$)

Đáp số: *l = 1m*

13.12



(H13.6

Hai bình cầu dung tích của mỗi bình một lít được nối với nhau bằng một ống nhỏ dài 1m và đường kính 0,6cm ở nhiệt độ 0^0C. Giọt thuỷ ngân nằm cân bằng ở giữa ống (H13.6). Giọt thủy ngân sẽ dịch chuyển thế nào nếu làm nóng bình trái lên 2^0C còn bình phải được làm lạnh đi 3^0C

Đáp số: *l_1 = 0,32m*

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

13.13

Một bình thể tích V = 2lít chứa một chất khí ở nhiệt độ t = 27^0C, áp suất $p = 10^{-6}mmHg$.

a) Tính mật độ phân tử khí n_0 trong bình.

b) Tính tổng số phân tử trong bình.

c) Tính động năng trung bình của phân tử khí.

A.a) $n_0 = 2,4.10^{14}$ ph.tử/m^3; b) $N = 6,4.10^{17}$ph.tử; c) $W_đ = 2,5.10^{-11}$J

B.a) $n_0 = 3,2.10^{16}$ ph.tử/lít; b) $N = 6,4.10^{17}$ph.tử; c) $W_đ = 2,5.10^{-11}$J

C.a) $n_0 = 1,3.10^{15}$ ph.tử/m^3; b) $N = 2,6.10^{12}$ph.tử; c) $W_đ = 2,5.10^{-11}$J

D.a) $n_0 = 3,2.10^{16}$ph.tử/m^3; b) $N = 6,4.10^{13}$ph.tử; c) $W_đ = 6,12.10^{-21}$J

13.14

Phương trình nào sau đây là phương trình trạng thái của khí lí tưởng viết cho một khối lượng khí xác định?

1. $\dfrac{P_1V_1}{T_1} = \dfrac{P_2V_2}{T_2}$ 2. $\dfrac{PV}{T} = \dfrac{m}{\mu}R$

3. $\dfrac{P_1V_1}{p_2V_2} = \dfrac{T_1}{T_2}$ 4. $\dfrac{P_0V_0}{T_0} = R$

A. Phương trình (4) B. Phương trình (1)

C. Phương trình (2) D. Phương trình (3)

13.15

Phương trình nào sau đây là phương trình trạng thái của một khối khí lí tưởng có khối lượng bất kì.

1. $pV = RT$ 2. $\dfrac{PV}{T} = \text{const}$

3. $\dfrac{PV}{T} = \dfrac{m}{\mu}R = nR$ 4. $PV = \dfrac{m}{\mu}t.R$

A. Phương trình (1) B. Phương trình (2)

C. Phương trình (4) D. Phương trình (3)

13.16

Hỗn hợp khí trong xylanh của một động cơ trước khi nén có áp suất $p_1 = 0,8$at, nhiệt độ $t_1 = 52^0$C. Sau khi nén thể tích khí giảm đi 5 lần và có áp suất bằng 8at. Tính nhiệt độ t_2 sau khi nén.

A. 277^0C B. 650^0C C. 203^0C D. $83,2^0$C

13.17

Trong một xylanh có chứa không khí ở nhiệt độ và áp suất khí quyển $p_1 = 1$at. Khi nén pittông để giảm thể tích khí trong bình xuống còn bằng nửa thể tích ban đầu thì áp suất khí trong bình bằng bao nhiêu nếu nhiệt độ trong xylanh lớn hơn lúc ban đầu.

A. p >2at B. p < 2at C. p = 2at D. p = 0,5at

13.18

Một lượng khí ở áp suất p_1 = 750mmHg, nhiệt độ $t_1 = 27^0C$ có thể tích V_1= 76cm. Tính thể tích V_2 của khối khí đó ở nhiệt độ $t_2 = -3^0C$ và áp suất p_2 = 760mmHg.

A. $V_2 = 0{,}014cm^3$ B. $V_2 = 83{,}3cm^3$

C. $V_2 = -833cm^3$ D. $V_2 = 67{,}5cm^3$

13.19

Một xylanh kín được chia thành 2 phần bằng nhau bởi một pittông cách nhiệt. Mỗi phần có chiều dài l = 30cm chứa một lượng khí giống nhau ở 27^0C. Nung nóng một bên thêm 10^0C và làm lạnh bên kia 10^0C thì pittông di chuyển một đoạn x bao nhiêu?

A. x = –1cm B. x = 1cm

C. x= 0cm D. 11,11cm

Chương 6
CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Chủ đề 14
NỘI NĂNG VÀ NGUYÊN LÍ THỨ NHẤT CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Nội năng: Tổng động năng chuyển động ($W_đ$) và thế năng tương tác (W_t) của các phân tử cấu tạo nên vật là nội năng của vật.

ký hiệu nội năng là U và đơn vị là jun (J)

* Nội năng của một vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích vật đó.

2. Hai cách làm biến đổi nội năng: Thực hiện công và Truyền nhiệt: Quá trình thực hiện công và truyền nhiệt đều là những hình thức truyền năng lượng từ vật này qua vật khác. Phần năng lượng được truyền đi ở mỗi hình thức trên được gọi một cách tương ứng là công (A) và nhiệt lượng (Q).

* Công là đại lượng đặc trưng cho phần năng lượng được truyền từ vật này sang vật khác trong quá trình thực hiện công.

Biểu thức: $A = F.s$ (J)

* Nhiệt lượng là đại lượng đặc trưng cho phần năng lượng mà vật nhận được hay mất đi trong quá trình truyền nhiệt. $Q = mc\Delta t$

c: Nhiệt dung riêng của chất cấu tạo nên vật (J/kg.K)

m: Khối lượng của vật (kg)

$\Delta t = (t_2 - t_1)$ (t_1: nhiệt độ ban đầu, t_2: nhiệt độ sau)

Q: nhiệt lượng vật thu vào hoặc toả ra (J)

* Phương trình cân bằng nhiệt: $Q_1 + Q_2 = 0$

$Q > 0$: nhiệt lượng thu vào

$Q < 0$: nhiệt lượng toả ra

* Năng suất toả nhiệt: $Q = mq$

(q: năng suất toả nhiệt của nhiên liệu (J/kg))

3. Nguyên lí thứ nhất (NLTN) của nhiệt động lực học là định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng đối với các hiện tượng nhiệt.

* Độ biến thiên nội năng của một vật bằng tổng công và nhiệt lượng mà vật nhận được: $\Delta U = A + Q$

Quy ước về dấu: $\Delta U > 0$: Nội năng vật tăng

$\Delta U < 0$: Nội năng vật giảm

$Q > 0$: Vật nhận nhiệt lượng từ các vật khác

$Q < 0$: Vật truyền nhiệt lượng cho các vật khác

$A > 0$: Vật nhận công từ các vật khác

$A < 0$: Vật thực hiện công lên các vật khác

* Biểu thức tính công của khí lí tưởng (công khi chất khí dãn nở)

$$A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V \qquad (\text{với } p = \text{const})$$

4. Biểu thức của NLTN trong các quá trình biến đổi trạng thái

* Quá trình đẳng tích: $\Delta V = 0 \Rightarrow A = 0 \Rightarrow$ $\mathbf{\Delta U = Q}$
* Quá trình đẳng áp: $A = p\Delta V \Rightarrow$ $\mathbf{\Delta U = A + Q}$
* Quá trình đẳng nhiệt: $T = \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow$ $\mathbf{A + Q = 0}$
* Quá trình biến đổi theo một chu trình kín: $\Delta U = 0 \Rightarrow$ $\mathbf{A = Q}$
* Chu trình trạng thái cuối bằng trạng thái đầu:

$\Delta U = 0 \Rightarrow Q = A$ (chu trình theo chiều kim đồng hồ $A > 0$)

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Các bài tập trong chủ đề này chủ yếu rơi vào các dạng:

* Bài tập chỉ có sự trao đổi nhiệt (thí dụ các bài tập về nhiệt lượng kế...) thường loại này chỉ dùng công thức tính nhiệt lượng:

$$Q = mc\Delta t = mc(t_2 - t_1)$$

và phương trình cân bằng nhiệt: $Q_1 + Q_2 = 0$ để xác định các đại lượng trên cơ sở các điều kiện ban đầu đã biết.

* Bài tập có sự thực hiện công (dãn đẳng áp chẳng hạn) thường phải dùng công thức $A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$ để giải hoặc có thể dùng biểu thức của nguyên lí thứ nhất $\Delta U = A + Q$ tuỳ thuộc vào điều kiện của bài toán. Với loại bài tập này ta có thể biến tấu dạng công thức:

+ Nếu bài toán cho p thì ta áp dụng biểu thức: $A = p(V_2 - V_1)$
+ Nếu bài toán không cho V_2 áp dụng biểu thức: $A = \dfrac{pV_1}{T_1}(T_2 - T_1)$

* Bài tập có cả sự trao đổi nhiệt và sự thực hiện công và còn có cả sự chuyển hoá giữa các dạng năng lượng. Đây là dạng bài tập tổng hợp, cần phân đoạn các quá trình với các hiện tượng vật lí xảy ra để áp dụng các công thức cho hợp lí.

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 14.1

Người ta dãn đẳng áp 6,5g khí hyđrô ở 27^0C đến khi thể tích tăng gấp đôi. Hãy tính công mà khí đã thực hiện.

Bài giải

Cho: $p_1 = p_2$; m = 6,5g

$t_1 = 27^0C = 300K$; $V_2 = 2V_1$

Tính: A =?

Phân tích

Để xác định công trong quá trình dãn đẳng áp ta phải xác định được độ biến thiên của thể tích từ trạng thái 1 qua trạng thái 2, nghĩa là ta phải xác định được thể tích của từng trạng thái. Từ phương trình Clapêrông – Menđêlêep, thay vì xác định sự biến thiên của thể tích ta đi tìm sự biến thiên của nhiệt độ:

$$A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V = \frac{m}{\mu}R(T_2 - T_1) \qquad ([R] = g/mol)$$

Từ đó có thể xác định được công theo yêu cầu của bài toán.

Giải

Vì quá trình đẳng áp, theo định luật Gay – Luyxac ta có:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1} = \frac{V_2}{V_1}T_1 = 2(27 + 273) = 600^0K$$

Công mà khí đã thực hiện:

$$A = P.\Delta V = \frac{m}{\mu}R\,(T_2 - T_2) = \frac{6,5}{2}.8,31\,(600^0 - 300) \approx 8,1.10^3J$$

***Đáp số:** $A = 8,1.10^3$ J*

Thí dụ 14.2

Trong một xylanh, dưới một pittông nặng có khí CO_2 với khối lượng m = 200g. Khí được nung nóng từ nhiệt độ $t_1 = 20^0C$ đến $t_2 = 108^0C$. Hỏi khí thực hiện một công là bao nhiêu?

Bài giải

Cho: m = 200g

$t_1 = 20^0C$; $t_2 = 108^0C$

Tính: A =?

Phân tích

Tương tự bài 14.1, bài này chúng ta đã biết nhiệt độ trạng thái 1 và trạng thái 2 vì vậy chúng ta chỉ cần áp dụng phương trình Clapêrông – Menđêlêep với một sự biến đổi nhẹ các biểu thức.

Giải

Theo nguyên lí thứ nhất nhiệt động lực học thì:

$$A = P.\Delta V = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)$$

$$\Rightarrow A = \frac{200}{44}.8,3\left[(108+273)-(20+273)\right]$$

$$A = \frac{200}{44}.8,31.(108-20) = 3324J$$

Đáp số: *A = 3324 J*

Thí dụ 14.4

Nhúng vào 2kg nước ở 15^0C một quả cân nặng 500g ở 100^0C. Tính nhiệt độ của nước sau khi có cân bằng nhiệt. Bỏ qua sự toả nhiệt ra môi trường, biết nhiệt dung riêng quả cân là 0,369J/kg độ.

Bài giải

Cho: $m_1 = 2kg$; $t_1 = 15^0C$; $m_2 = 0,5kg$

$t_2 = 100^0C$; $C = 0,369$ J/kg.độ

Tính: $t = ?$

Phân tích

Khi thả quả cân vào nước, nước là vật thu nhiệt và quả cân là vật toả nhiệt. Nếu gọi t là nhiệt độ khi hệ cân bằng nhiệt, nếu bỏ qua sự mất mát năng lượng ra ngoài môi trường, theo định luật bảo toàn năng lượng, nhiệt lượng thu vào của nước để nước nóng lên từ 15^0C đến t^0C sẽ bằng nhiệt lượng mà quả cân toả ra để nguội từ 100^0C xuống t^0C.

Giải

* Nhiệt lượng toả ra của quả cân để nguội đi từ 100^0C xuống t^0C:

$$Q_2 = m'c'(t - t'_1) = 0,5.386(t-100) \quad (1)$$

* Nhiệt lượng nước thu vào để tăng nhiệt độ từ 15^0C đến t^0C là:

$$Q_1 = mc(t - t_1) = 2.4200(t - 15) \quad (2)$$

Phương trình cân bằng nhiệt:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Leftrightarrow 8400(t - 15) = -184(t-100)$$

$$\Rightarrow \quad t = 16,8^0C$$

Đáp số: *$t = 16,8^0C$*

Thí dụ 14.5

Trong một xylanh để thẳng đứng có diện tích đáy là $100cm^2$, có một cái píttông nhẹ (trọng lượng không đáng kể) dưới pittông có chứa không khí ở 17^0C. Pittông cách đáy 60cm và bên trên nó có một vật nặng khối lượng 100kg. Tính công do không khí trong xylanh thực hiện khi đốt nóng thêm 50^0C (cho $p_0 = 1,01.10^5Pa$ và $g = 9,8m/s^2$).

Bài giải

Cho: $S = 100cm^2$, $t_1 = 17^0C$

$h_1 = 60cm$; $m = 100kg$

$t_2 = 50^0C$; $p_0 = 1,01.10^5$ Pa

Tính: công A?

Phân tích

Đây là bài tập nằm trong loại bài vừa có trao đổi nhiệt vừa có thực hiện công. Tuy nhiên, theo yêu cầu của bài toán chỉ tính công của chất khí khi bị dãn nở, nói cách khác chất khí thực hiện công lên pittông. Vì trọng vật đặt lên pittông có khối lượng không đổi, mặt khác áp suất khí quyển không đổi trong quá trình chất khí thực hiện công nên quá trình này có thể xem là quá trình đẳng áp và vì vậy ta có thể sử dụng công thức nguyên lí thứ nhất nhiệt động lực học áp dụng cho trường hợp đẳng áp: $A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$

Giải

Gọi p_1 là áp suất do trọng vật gây ra cho chất khí trong xylanh, độ lớn của áp suất trong xylanh lúc đó sẽ là:

$$p = p_1 + p_0 = \frac{mg}{S}$$

* Áp dụng quá trình đẳng áp cho khí trong xylanh

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow V_2.\frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow \Delta V = V_2 - V_1 = V_2.\frac{T_2}{T_1} - V_1 = V_1\left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right)$$

trong đó $V_1 = Sh = 0,6.10^{-2}m^3$

$$\Rightarrow A = \left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)V_1\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1}\right) = 206(J)$$

Đáp số: *A = 206 J*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

14.6

Nhờ truyền nhiệt mà 6,5kg hyđrô ở 27^0C dãn gấp đôi thể tích cũ khi áp suất không đổi. Tính công của khí thực hiện được khi dãn ra, nhiệt lượng đã truyền cho khí và độ tăng nội năng của khí. (cho nhiệt dung riêng của hyđrô trong quá trình đẳng áp là C_P = $14{,}3.10^3$J/kgđộ)

***Đáp số:** 1) A = 8102 (J); 2) Q = 19783J*

Hướng dẫn:

a. Vì quá trình xảy ra là đẳng áp, áp dụng định luật Gay–Luyxac:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Leftrightarrow \frac{V_1}{2V_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 2T_1 = 600^0K$$

Công của khí thực hiện khi dãn ra là:

$$A = D.\Delta V = \frac{m}{\mu} R\,\Delta T = 8102 \text{ (J)}$$

b. Nhiệt lượng cần thiết để truyền cho khí là:

$$Q = Cm(t_2 - t_1) = 27885 \text{ (J)}$$

c. Độ biến thiên nội năng của khí: từ nguyên lí thứ nhất, ta có:

$$Q = A + \Delta U \Rightarrow \Delta U = Q - A = 19783 \text{ (J)}$$

14.7

Để xác định nhiệt dung riêng của dầu lửa, người ta đổ 100g dầu lửa ở 20^0C vào một nhiệt lượng kế bằng than, có khối lượng 120g rồi thả vào một khối sắt 200g đã nung nóng đến 96^0. Nhiệt độ của dầu lửa sau đó tăng lên 40^0C. Tính nhiệt dung riêng của dầu lửa biết rằng nhiệt dung riêng của than là $0{,}38.10^3$ J/kg độ và của sắt là $0{,}46.10^3$J/kg độ.

***Đáp số:** C_l = 2120J/kg độ*

Hướng dẫn: Dầu lửa và nhiệt lượng kế là 2 vật hấp thụ nhiệt, khối sắt là vật toả nhiệt. Nhiệt lượng do dầu và nhiệt lượng kế hấp thụ để nóng lên từ 20^0C đến 40^0C là:

$$Q = Q_1 + Q_2 = (m_1c_1 + m_2c_2)(40^0C - 20^0C)$$

Nhiệt lượng toả ra của khối sắt để khối sắt nguội đi từ 96^0C xuống còn 40^0C: $\quad Q' = m_3c_3\,(40 - 96)$

Khi có cân bằng nhiệt: $Q + Q' = 0 \Leftrightarrow Q = -Q' \Rightarrow C_l = 2120$J/kg độ

14.8

Muốn biết nhiệt độ của một cái lò người ta đặt một thỏi đồng có khối lượng 30g vào trong lò, sau đó đưa ra và bỏ nhanh vào một nhiệt lượng kế bằng đồng thau có khối lượng 180g và chứa 600g nước ở nhiệt độ ban đầu $t_0 = 13^0C$, nhiệt độ của nhiệt lượng kế tăng lên đến $t_1 = 15^0C$. Tính nhiệt độ của lò, nhiệt dung riêng của đồng và của đồng thau là 400 J/kg.độ

Đáp số: $t_{lò} = 445,5^0C$

14.9

Người ta thực hiện công 280J để nén khí đựng trong một xylanh. Nội năng của khí biến thiên một lượng bằng bao nhiêu, nếu khí truyền ra môi trường xung quanh nhiệt lượng 80J.

Đáp số: $\Delta U = 200\ J$

14.10

Không khí trong một xylanh có thể tích $V_1 = 1m^3$ và áp suất $p = 1,96.10^5$ Pa. Do được nung nóng đẳng áp không khí nóng thêm 10^0C và thực hiện một công A = 7,2 kJ đẩy pittông lên. Hãy xác định nhiệt độ lúc đầu.

Đáp số: $T_1 = 272K$

Chủ đề 15

NGUYÊN LÍ THỨ HAI NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC
ĐỘNG CƠ NHIỆT

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Quá trình thuận nghịch: là quá trình vật tự quay về trạng thái ban đầu mà không cần đến sự can thiệp của vật khác.

* Quá trình truyền nhiệt là không thuận nghịch nên cần đến sự can thiệp của vật khác.

2. Nguyên lí thứ hai nhiệt động lực học

* Cách phát biểu 1 (Claudiut): Nhiệt không thể tự truyền từ vật lạnh hơn sang vật nóng hơn.

* Cách phát biểu 2 (Carnot): Động cơ nhiệt không thể chuyển hoá tất cả nhiệt lượng nhận được thành công cơ học.

3. Động cơ nhiệt

* Định nghĩa: Động cơ nhiệt là những máy biến nhiệt năng bị đốt cháy của nhiên liệu thành cơ năng.

* Nguyên tắc hoạt động: Tác nhân sinh công nhận ở nguồn nóng nhiệt lượng Q_1 ($Q_1 > 0$) – Trả về cho nguồn lạnh nhiệt lượng Q_2 ($Q_2 < 0$) – Thực hiện công $A = Q_1 - Q_2$

* Cấu tạo: Gồm 3 bộ phận (H15.1):

Nguồn nóng: cung cấp nhiệt lượng để tác nhân có nhiệt độ cao.

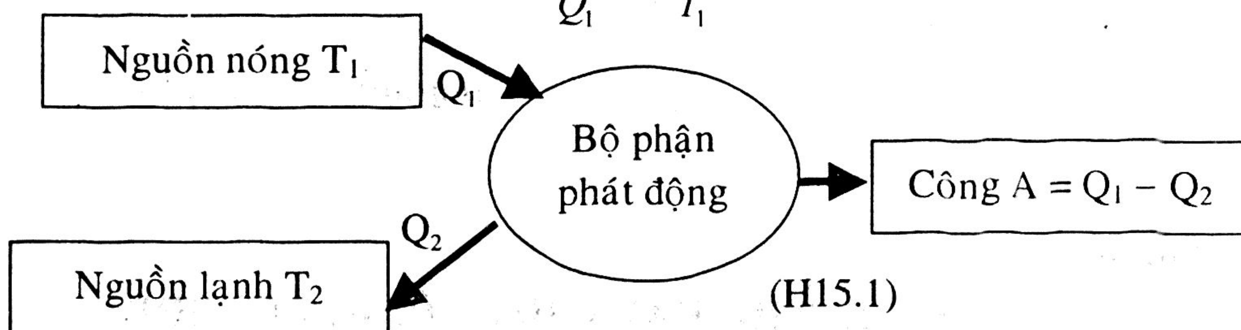
Nguồn lạnh: nhận nhiệt lượng để tác nhân giảm nhiệt độ.

Bộ phận phát động: tác nhân dãn nở để sinh công

* Hiệu suất của động cơ nhiệt (định lí Carnot).

$$H = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A}{Q_1} \le \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

+ Hiệu suất lí tưởng: $H = \frac{A}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$



(H15.1)

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Bài tập trong phần này chủ yếu là loại bài tập tổng hợp có sự trao đổi nhiệt, sự thực hiện công và cả sự chuyển hoá giữa các dạng năng lượng, thường dùng để tính hiệu suất của chu trình hoặc của động cơ. Phương pháp giải chủ yếu là sử dụng các công thức:

$$H = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A}{Q_1} \le \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

hoặc hiệu suất lí tưởng: $H = \frac{A}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ và công thức tính năng suất toả nhiệt Q = mq để xác định các đại lượng như hiệu suất H, công A hoặc nhiệt lượng Q_1 hoặc Q_2.

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 15.1

Người ta cho một động cơ nhiệt có công suất 20kw chạy trong 2 giờ liền. Động cơ thu nhiệt của nguồn nhiệt ở nhiệt độ 200^0C, toả nhiệt cho nguồn lạnh ở nhiệt độ 27^0C. Hãy tính:

a) Hiệu suất cực đại của động cơ.

b) Nhiệt lượng mà tác nhân thu được và nhiệt lượng mà nó toả cho nguồn lạnh trong thời gian chạy máy.

Bài giải

Cho : N= 20kw = 2.10^4J,

t = 2h = $7,2.10^3$s,

$T_1 = t_1^0 + 273^0 = 473^0K$,

$T_2 = t_2^0 + 273^0 = 300^0K$,

Hỏi: a) H?; b) Q_1, Q_2?

Phân tích

Yêu cầu của bài toán là tìm các đại lượng như H, Q_1, Q_2 khi biết được một số đại lượng khác (nhiệt độ nguồn nóng, nhiệt độ nguồn lạnh). Ngoài ra công A có thể xác định được từ công suất và thời gian động cơ thực hiện mà bài toán đã cho, vì vậy ta chỉ cần áp dụng các công thức đã biết.

Giải

a) Theo biểu thức tính hiệu suất lí tưởng (hay hiệu suất cực đại) của động cơ nhiệt ta có:

$$H = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{300}{473} \approx 36,05\%$$

b) Trong 2 giờ, động cơ đã thực hiện công:

$$A = Nt = 2.10^4 . 7,2 .10^3 = 1,44 .10^8 J$$

Nhiệt lượng động cơ nhận được từ nguồn nóng trong thời gian đó:

$$Q_1 = \frac{A}{\mu} = \frac{1,44.10^8}{0,365} \approx 4.10^8 J$$

Nhiệt lượng động cơ truyền cho (toả ra) cho nguồn lạnh:

$$Q_2 = Q_1 - A = 4.10^8 - 1,44.10^8 = 2,56.10^8 J$$

***Đáp số:** a) $H = 36,5\%$; $Q_1 = 4.10^8 J$; $Q_2 = 2,56.10^8 J$*

Thí dụ 15.2

Một động cơ nhiệt nhận từ nguồn nóng một nhiệt lượng bằng 50kJ. Nhiệt độ nguồn nóng là 493K và của nguồn lạnh 283K. Tính hiệu suất cực đại của động cơ và nhiệt lượng toả ra cho nguồn lạnh.

Bài giải

Cho: $Q_1 = 50kJ$

$T_1 = 493K$; T_2 283K;

Tính: H_{cd}?; Q_2?

Phân tích

Cũng giống như bài toán trên, ở đây ta chỉ cần áp dụng các công thức đã có để tính các đại lượng. Bằng cách tính hiệu suất cực đại H_{cd} rồi từ kết quả đó tính nhiệt lượng toả ra cho nguồn lạnh Q_2.

Giải

a) Hiệu suất cực đại của động cơ nhiệt:

$$H_{cd} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{283}{493} = 0,426$$

b) Nhiệt lượng toả ra ở nguồn lạnh:

$$H = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \Rightarrow Q_2 = Q_1 - H_{cd}Q_1$$

$$\Rightarrow \quad Q_2 = Q_1(1 - H_{cd}) = 28,7 \text{ kJ}$$

***Đáp số:** a) $H_{cd} = 0,426$; b) $Q_2 = 28,7$ kJ*

Thí dụ 15.3

Diện tích mặt pittông là $200cm^2$ nằm cách đáy của xylanh một đoạn 30cm, giam khối lượng khí ở nhiệt độ $t_1 = 27^0C$ và áp suất $p = 10^6$ Pa. Khi nhận được năng lượng do 5g xăng bị đốt cháy toả ra, khí dãn nở ở áp suất không đổi, nhiệt độ của nó tặng thêm 150^0C.

a) Tính công do khí thực hiện.

b) Tính hiệu suất của quá trình dãn khí, biết rằng chỉ có 10% năng lượng của xăng là có ích, năng suất toả nhiệt của xăng là $q = 4,4.10^7$ J/kg. Coi khí trong xylanh là khí lí tưởng.

Bài giải

Cho: $S = 200cm^2$; $h = 30cm$

$t_1 = 270^0C \Rightarrow T_1 = 300K$

$p = 10^5$ Pa; $m = 5.10^{-3}kg$

$\Delta T = 150K$; $q = 4,4.10^7 J/kg$

Tìm: A?; H?

Phân tích: Từ phương trình của quá trình dãn nở đẳng áp: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ ta có thể tính được V_1, V_2, từ đó xác định được công A. Mặt khác, từ công thức Q = qm ta có thể tính được nhiệt lượng do nhiên liệu bị đốt cháy hoàn toàn toả ra để tính được nhiệt lượng nguồn nóng truyền cho khí $Q_1 = 10\%Q$, từ đó ta xác định được hiệu suất của động cơ.

Giải

a) Công do khí thực hiện trong quá trình dãn nở là:

$$A = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$$

(trong đó $V_1 = Sh = 0,02 \,.\, 0,3 = 0,006 \; m^3$)

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow V_2 = V_1.\frac{T_1 - \Delta T}{T_1} = 9.10^{-3} m^3$$

Vậy $A = p(V_2 - V_1) = 3.10^3$ J

b) Hiệu suất của quá trình dãn khí:

$$H = \frac{A}{Q_1} \text{ (trong đó } Q_1 = 10\% \, qm = 22.10^3 \text{ (J))}$$

$$\Rightarrow H = \frac{A}{Q_1} = \frac{3.10^3}{22.10^3} \approx 0,136 = 13,6\,\%$$

Đáp số: *a) A = 3.10³ J; H = 13,6%*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

15.4

Chất khí trong một xylanh có áp suất $p = 8.10^5$Pa. Khi dãn đẳng áp, khí sẽ thực hiện một công bằng bao nhiêu nếu nhiệt độ của nó tăng lên gấp đôi. Xylanh có tiết diện ngang bên trong $s = 200cm^2$ và lúc đầu mặt pittông cách đáy xylanh h = 50cm.

Đáp số: *A = 8kJ*

Hướng dẫn: Áp dụng định luật Gay – Luyxac cho quá trình đẳng áp:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow V_2 = V_1.\frac{T_2}{T_1} \Rightarrow A = p(V_2 - V_1) = pSh(\frac{T_2}{T_1} - 1)$$

15.5

Không khí trong một xi lanh có thể tích $V_1 = 1m^3$ và áp suất P $=1,96.10^5$Pa. Do được nung nóng lên thêm 10^0C, không khí thực hiện công A = 7,2 kJ. Các định nhiệt độ lúc đầu của khí.

Đáp số: *$T_1 = 272K$*

15.6

$1m^3$ không khí ở nhiệt độ $t_1 = 7^0C$ nằm trong một xylanh được bịt kín phía trên bằng một pittông dễ trượt có trọng lượng không đáng kể. Áp suất của khí quyển bằng $p = 10^5$Pa. Tìm thể tích V của xăng cần đốt để tăng nhiệt độ của không khí lên $t_2 = 287^0C$. Biết rằng, khối lượng riêng và năng suất toả nhiệt của xăng lần lượt là D = $800kg/m^3$ và $q = 4,4.10^7$J/kg và chỉ có 14% năng lượng của xăng cháy cung cấp cho không khí để sinh công.

Đáp số: *$V \approx 20,3\ cm^3$*

15.7

Áp suất trung bình của hơi trong xylanh của máy hơi nước là $p = 9,8.10^5$Pa, diện tích mặt pittông $S = 200\ cm^2$, đường chạy là h = 50cm, số vòng quay n = 180/ph. Tính công suất của máy.

Đáp số: *$N \approx 59\ kW$*

15.8

Động cơ xăng của máy bay có 18 xylanh và vận tốc quay của trục khuỷ n = 40vòng/s. Đường kính của pittông d = 14cm, hiệu suất của động cơ H = 74,5%, áp suất trung bình của khí trong xylanh $p = 2,2.10^6$Pa, công suất của động cơ N = 1582,4kW. Tìm đường chạy h của pittông trong xylanh.

Đáp số: h *= 17,4 cm*

15.9

Tìm công suất chỉ thị của một động cơ ôtô, nếu áp suất chỉ thị trung bình là $p = 7,6.10^5$Pa, đường kính của xylanh d = 8,2cm, đường chạy của pittông h = 0,11m, vận tốc quay của trục n = 46vòng/s, số

xylanh k = 6. Xác định công suất hiệu dụng, nếu coi hiệu suất cơ học của động cơ H = 0,8.

Đáp số: *N_{ct} = 60,9 kW; N_{hd} = 48,7 kW*

15.10

Khí trong một xylanh dãn đẳng nhiệt áp suất khi đó giảm đi hai lần. Hãy tính công mà khí thực hiện và thể tích của khí lúc cuối quá trình dãn. Biết rằng khi dãn, khí nhận năng lượng 84kJ và thể tích lúc đầu của khí là 0,1m^3.

Đáp số: *A = 84 kJ; V_2 = 0,2 m^3*

15.11

Khí được tạo thành trong xylanh của động cơ đốt trong khi chạy máy có nhiệt độ t_1 = 727^{0}C, nhiệt độ của khí thải t_1 = 100^{0}C. Động cơ tiêu thụ mỗi giờ m = 36kg chất đốt. Năng suất toả nhiệt của chất đốt q = 4,2J/kg. Tìm công suất có ích cực đại của động cơ đó.

Đáp số: *N = 263 kW*

15.12

Một ấm điện công suất 800W có thể đun sôi 1,5lít nước từ nhiệt độ t_1 = 20^{0}C sau thời gian τ = 20phút. Tìm hiệu suất của ấm, biết nhiệt dung riêng của nước C = 4200J/kg.độ.

Đáp số: *H = 53%*

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

15. 13

Công thức nào dưới đây là công thức nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học theo những quy ước về dấu đã nêu trong sách giáo khoa.

1) Q = U + A   2) Q = ΔU – A

3) ΔQ = A – U   4) Q = ΔU + A

A. Công thức (2)   B. Công thức (1)

C. Công thức (3)   D. Công thức (4)

15.14

Lò hơi của máy hơi nước có công suất N = 200kW tiêu thụ mỗi giờ 100kg than đá. Hơi nước đi vào xylanh có nhiệt độ t_1 = 200^{0}C và ra khỏi xylanh có nhiệt độ t_2 = 100^{0}C. Năng suất tỏa nhiệt của than đá là 36.10^{6}J/kg. Xác định:

a) Hiệu suất của máy hơi nước.

b) Hiệu suất lí tưởng động cơ làm việc giữa hai nhiệt độ trên.

A. $H = 1-(Q_2/Q_1)$; $H_{Max} = 21\%$ B. $H = Q_1/(Q_2-Q_1)$; $H_{Max} =-0,5$

C. $H = (T_2/T_1)T_1$; $H_{Max} = 1$ D. $H= (Q_2-Q_1)/ Q_1$; $H_{Max} = 50\%$

15.15

Một thỏi chì có khối lượng m = 100g nhận được nhiệt lượng Q = 260J để tăng nhiệt độ từ $t_1 = 15^0C$ đến $t_2 = 35^0C$. Thả thỏi chì ở nhiệt độ t_2 này vào 100g nước ở nhiệt độ $t_3 = 20^0C$ trong một nhiệt lượng kế. Xác định:

a) Nhiệt dung riêng của chì.

b) Nhiệt độ của hệ khi có cân bằng nhiệt.

Bỏ qua nhiệt lượng kế và không khí.

A. $t' = 20,9^0C$ B. $t' = 20,4^0C$ C. $t' = 19^0C$ D. $t' = 20^0C$

15.16

Một quả bóng khối lượng m = 100g được thả rơi không có vận tốc đầu từ độ cao $h_1 = 1,5m$ xuống đất rồi nảy lên tới độ cao $h_2 = 1,2m$. Nội năng của hệ "bóng – đất – không khí" bị biến đổi do bị biến dạng và nóng lên. Nếu phần năng lượng gây ra biến dạng bằng 30% của độ biến thiên nội năng của hệ thì phần nhiệt lượng để làm nóng hệ là bao nhiêu :

A. Q = 0.09J B. Q = –0,7J C. Q = –0,21J D. Q = 0,21J

15.17

Một khối khí có áp suất $p_1 = 1at$, thể tích $V_1 = 12$lít ở nhiệt độ $t_1 = 27^0C$ được đun nóng đẳng áp đến nhiệt độ $t_2 = 77^0C$.

Tính công A khi khối khí dãn nở.

A. $A = 2,03.10^5$ J B. A = 2 J

C. $A = -28,3^5$ J D. A = 203 J

15.18

Một động cơ nhiệt lí tưởng thực hiện một công A = 5kJ đồng thời truyền cho nguồn lạnh một nhiệt lượng bằng 15kJ. Biết nhiệt độ của nguồn nóng là $t_1 = 127^0C$.

a. Tính hiệu suất H của động cơ nhiệt.

b. Tính nhiệt độ t_2 của nguồn lạnh.

A. a) H = 50%, b) $t_2 = -73^0C$; B. a) H = 25%; b) $t_2 = 27^0C$

C. a) H = 4%, b) $t_2 = 1327^0C$ D. a) H = 33%;b) $t_2 = -6,3^0C$

Chương 7
CHẤT RẮN VÀ CHẤT LỎNG

Chủ đề 16
CHẤT RẮN – BIẾN DẠNG CƠ VÀ SỰ NỞ VÌ NHIỆT CỦA VẬT RẮN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Chất rắn chia thành hai loại: chất kết tinh và chất vô định hình

* Chất kết tinh gồm đơn tinh thể và đa tinh thể, là những chất có cấu tạo tinh thể, có dạng hình học và điểm nóng chảy xác định.

* Chất vô định hình không có cấu tạo tinh thể, có tính đẳng hướng và không có điểm nóng chảy xác định.

1. Biến dạng của vật rắn (định luật Húc)

* Vật rắn bị biến dạng khi chịu tác dụng của ngoại lực. Nếu khi ngoại lực thôi tác dụng vật lấy lại được hình dạng và kích thước ban đầu ta có biến dạng đàn hồi, trái lại, ta có biến dạng dẻo hay biến dạng còn dư.

* Trong giới hạn đàn hồi, lực đàn hồi tỉ lệ với độ dãn hoặc độ nén (độ biến dạng) của vật biến dạng: $F = k\Delta l$

(k: hệ số đàn hồi (N/m); $|\Delta l|$: độ biến dạng (m))

* Hệ số đàn hồi: $k = E.\dfrac{S}{l_0}$

(E là suất đàn hồi (hay suất Young) (Pa); S là tiết diện ngang của vật rắn (m^2); l_0 là chiều dài ban đầu (m))

* Giới hạn bền: $\sigma_b = \dfrac{F_b}{S}$

(F_b: lực giới hạn làm dây đứt (N); σ_b: giới hạn bền (N/m^2))

2. Sự nở vì nhiệt của vật rắn

* Sự nở dài: $l_t = l_0(1 + \alpha.t)$

(l_t chiều dài vật ở t^0C (m); l_0 chiều dài vật ở 0^0C; α hệ số nở dài (K^{-1}))

* Sự nở khối: $V_t = V_0(1 + \beta.t)$

(V_t thể tích vật ở t^0C (m^3); V_0 thể tích 0^0C; hệ số nở khối $\beta = 3\alpha$ (K^{-1}))

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Các bài tập trong phần này được chia thành hai loại:

* Bài tập về sự biến dạng của vật rắn

* Bài tập về sự nở vì nhiệt của vật rắn

Với loại bài tập thứ nhất, cần nắm vững nội dung định luật Húc, khái niệm về hệ số đàn hồi (k) và suất đàn hồi (E) để áp dụng và suy ra các đại lượng theo yêu cầu của bài toán. Tuy nhiên, để giải các bài toán về định luật Húc, cần để ý đến tính chất của lực và các phép phân tích lực trong từng bài toán cụ thể.

Với loại bài tập thứ hai, giữa sự nở vì nhiệt và lực mà vật tác dụng lên vật cản trở sự nở của nó có sự liên quan: khi nhiệt độ tăng Δt^0 chiều dài vật tăng Δl, nếu vật bị cản trở nó sẽ tác dụng một lực F lên vật thoả mãn công thức: $F = k\,\Delta l$

Lưu ý: * Trong công thức $F = k\Delta l$ thì F là lực đàn hồi dưới tác dụng của ngoại lực.

* Có thể áp dụng công thức gần đúng:

$$l_2 = l_1(1 + \alpha.t) \text{ và } V_2 = V_1\,[1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

(với l_1 và V_1 là chiều dài và thể tích vật rắn ở nhiệt độ t_1 và l_2 và V_2 là chiều dài và thể tích ở nhiệt độ t_2).

* Công thức liên hệ giữa hệ số nở dài và nở khối: $\beta = 3\alpha$

* Khi sử dụng các công thức cần thống nhất đơn vị của các đại lượng trong đó ($1N/m^2 = 1$ Pa)

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 16.1

Hai thanh dài, thanh thứ nhất làm bằng nhôm, thanh thứ hai bằng thuỷ tinh. Biết hiệu số các độ dài của hai thanh ở mọi nhiệt độ là một hằng số và các hệ số nở dài: $\alpha_n = 2,4.10^{-5}$độ$^{-1}$ và $\alpha_{tt} = 0,8.10^{-5}$ độ$^{-1}$.

Tính tỉ số giữa độ dài của chúng ở 0^0C.

Bài giải

Cho $l_n(t) - l_{tt}(t) =$ hằng số

$\alpha_n = 2,4.10^{-5}$độ$^{-1}$; $\alpha_{tt} = 0,8.10^{-5}$ độ$^{-1}$

Tìm: $l_n(t) / l_{tt}(t)$

Phân tích

Sự dãn nở của các thanh trong trường hợp này chủ yếu là sự dãn nở dài. Độ dài của các thanh ở 0^0C và ở t^0C liên hệ với nhau theo công thức tính độ dài: $l_t = l_0(1 + \alpha.t)$

Gọi $l_n(0)$ và $l_n(t)$ là độ dài của thanh nhôm ở nhiệt độ 0^0C và t^0C; $l_{tt}(0)$ và $l_{tt}(t)$ là độ dài của thanh thuỷ tinh ở nhiệt độ 0^0C và t^0C. Độ dãn nở của các thanh được xác định thông qua các công thức:

$$l_n(t) = l_n(0).(1 + \alpha.t) \text{ và } l_{tt}(t) = l_{tt}(0).(1 + \alpha.t).$$

Như vậy, từ hai hệ thức này nếu ta lập trực tiếp tỉ số $\frac{l_n(0)}{l_{tt}(0)} = \frac{l_1(t)}{l_{tt}(t)}\left(\frac{1+\alpha_{tt}t}{1+\alpha_{n}t}\right)$ thì chưa thể tìm được ngay giá trị của $\frac{l_n(0)}{l_{tt}(0)}$, vì vậy cần dùng các điều kiện ban đầu để khử *t* trong công thức trên.

Giải

* Từ biểu thức: $l_n(t) = l_n(0).(1 + \alpha_n.t)$

và $l_{tt}(t) = l_{tt}(0).(1 + \alpha_{tt}.t)$

$\Rightarrow l_n(t) - l_{tt}(t) = l_n(0).(1 + \alpha_n.t) - l_{tt}(0).(1 + \alpha_{tt}.t)$

$\Rightarrow l_n(t) - l_{tt}(t) = [l_n(0) - l_{tt}(0)] + (l_n(0)\alpha_n - l_{tt}(0)\alpha_{tt}).t$

Vì $l_n(t) - l_{tt}(t) = l_n(0) - l_{tt}(0) \Rightarrow (l_n(0)\alpha_n - l_{tt}(0)\alpha_{tt}) = 0$

$$\Rightarrow \frac{l_n(0)}{l_{tt}(0)} = \frac{\alpha_{tt}}{\alpha_n} = 1/3$$

Đáp số: $\frac{l_n(0)}{l_{tt}(0)} = \frac{1}{3}$

Thí dụ 16.2

Người ta đổ đầy dầu hoả vào một chiếc can bằng nhôm ở nhiệt độ 20^0C. Nhiệt độ khí trời lúc đó ở 40^0C. Nếu để hở nắp can thì có bao nhiêu dầu trào ra ngoài miệng can trong hai trường hợp:

a) nếu bỏ qua sự dãn nở của can;

b) kể đến sự dãn nở của can.

Biết: thể tích của can là 10lít và $\alpha_n = 2,4.10^{-5}$độ$^{-1}$, $\alpha_x = 10^{-3}$độ$^{-1}$

Bài giải

Cho: $V_1 = 10l$; $\alpha_n = 2,4.10^{-5}$độ$^{-1}$

$\alpha_x = 10^{-3}$độ$^{-1}$; $t_1 = 20^0C$; $t_2 = 40^0C$

Tìm: ΔV =?

Phân tích

Khi nóng lên, dầu có sự dãn nở thể tích do đó nó có thể bị tràn ra ngoài miệng can. Trong trường hợp bỏ qua sự dãn nở của can, thì lượng dầu trào ra đúng bằng độ tăng của thể tích dầu. Nếu kể đến sự dãn nở của can thì lượng dầu trào ra phải bằng hiệu số của các độ tăng thể tích của dầu và can. Như vậy vấn đề ta phải tính ở đây là xác định độ dãn nở của can và dầu.

Giải

a) Trường hợp bỏ qua sự dãn nở của can:

Thể tích của dầu ở 0^0C: $V_0 = \dfrac{V_1}{1+\alpha t_1} = \dfrac{10}{1+0{,}001.20} \approx 9{,}804$ lít

Thể tích của dầu ở 40^0C: $V_2 = V_0(1 + \alpha t_2) = 10{,}196$ lít

Vậy dầu đã trào ra ngoài:

$$\Delta V_a = V_2 - V_1 = 10{,}196 - 9{,}804 = 0{,}196 \text{ lít}$$

b) Trong trường hợp kể đến sự dãn nở của can

Thể tích của can ở 40^0C là:

$$V_2 \approx V_1[1 + \alpha\,\Delta t] = V_1[1 + 3\beta\,\Delta t]$$

$$\Rightarrow \Delta V = V_2 - V_1 = V_1 3\beta\,\Delta t = 0{,}0144 \text{ lít}$$

Vậy lượng dầu trào ra khỏi can là:

$$\Delta V_b = 0{,}196 - 0{,}0144 = 0{,}1816 \text{ lít}$$

***Đáp số:**a) $\Delta V_a = 0{,}196$ lít; b) $\Delta V_b = 0{,}1816$ lít*

<u>Lưu ý:</u> Có thể dùng công thức gần đúng để giải bài tập này với sai số không đáng kể: $V_2 = V_1[1 + \alpha(t_2 - t_1)]$

Do đó: $\Delta V = V_2 - V_1 = V_1\,\alpha\,\Delta t = 0{,}2$ *lít*

Thí dụ 16.3

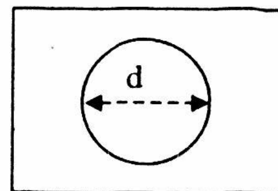
Một tấm sắt phẳng có một lỗ tròn (H16.1). *Đường kính lỗ tròn ở 20^0C là $d_{20} = 20cm$. Biết hệ số nở dài của sắt là $\alpha = 1{,}2.10^{-5}K^{-1}$. Hãy tính đường kính lỗ ấy khi miếng sắt đó ở 50^0C*

Bài giải

Cho: $t_1 = 20^0C$; $t_2 = 50^0C$

$d_{20} = 20$ cm; $\alpha = 1{,}2.10^{-5}K^{-1}$

Tính: $d_{50} = ?$



(H16.1

Phân tích

Khi nhiệt độ tăng, tấm kim loại bị dãn nở vì vậy kéo theo sự thay đổi đường kính của lỗ tròn. Để xác định được đường kính của lỗ tròn ta phải xác định được chu vi của lỗ ở các nhiệt độ đã cho.

Mép ngoài của lỗ có thể xem như một sợi dây bằng kim loại có chiều dài bằng chu vi của lỗ: $l = \pi d$. Xác định chu vi của lỗ ở 20^0C và 50^0C sau đó lập tỉ số giữa hai giá trị này để rút ra đường kính của lỗ ở 50^0C.

Giải

* Chu vi của lỗ tròn khi miếng kim loại ở 20^0C là:

$l_{20} = l_0(1 + 20\alpha)$; (với $l_{20} = \pi d_{20}$ và $l_0 = \pi d_0$)

$\Rightarrow \pi d_{20} = \pi d_0(1 + 20\alpha) \Rightarrow d_{20} = d_0(1 + 20\alpha)$

* Chu vi của lỗ tròn khi miếng kim loại ở 50^0C là:

$l_{50} = l_0(1 + 50\alpha)$ (với $l_{50} = \pi d_{50}$ và $l_0 = \pi d_0$)

$\Rightarrow \pi d_{50} = \pi d_0(1 + 50\alpha) \Rightarrow d_{50} = d_0(1 + 50\alpha)$

* Lập tỉ số: $\dfrac{d_{50}}{d_{20}} = \dfrac{1+50\alpha}{1+20\alpha}$

Vì $50\alpha = 50.\ 1,2.10^{-5}K^{-1} = 6.10^{-4} << 1$

nên ta có thể viết lại : $\dfrac{d_{50}}{d_{20}} = 1 + 50\alpha - 20\alpha = 1 + 30\alpha$

$\Rightarrow d_{50} = d_{20}(1 + 30\alpha) = 20,0072$ (cm)

Đáp số: *$d_{50} = 20,0072$ (cm)*

D. BÀI TẬP TỰ GIẢI

16.4

Kéo căng một sợi dây thép có chiều dài 5m, tiết diện thẳng $2,5mm^2$ bằng một lực 200N ta thấy dây thép dài thêm 2mm. Xác định suất đàn hồi của thép.

Đáp số: $E = \dfrac{F.l_0}{S\Delta l} = 2.10^{11}\ Pa$

16.5

Một dây dẫn điện có chiều dài $l_1 = 1200m$ ở nhiệt độ $t_1 = 15^0C$. Khi nóng lên đến 30^0C thì dây sẽ dài thêm bao nhiêu? nếu hệ số nở dài của kim loại đó là $\alpha = 1,7.10^{-5}K^{-1}$.

Đáp số: $\Delta l = l_1 - l_2 = l_1\dfrac{\alpha(t_2 - t_1)}{1+\alpha t_1} = 0,3m$

16.6

Một khối thép hình trụ ở 0^0C bị nóng lên đến 50^0C làm chiều dài của nó bị nở ra. Hãy tính áp suất lớn nhất đặt vào đáy của khối thép đó làm độ dài của nó không đổi. Biết hệ số nở dài của thép là $\alpha = 1,1.10^{-5}K^{-1}$ và suất đàn hồi là $E = 2,0.10^{11}$ Pa.

Đáp số: $p = \dfrac{E}{l_0}\alpha l_0 t = \alpha E t = 1,1.10^{8}\ (N/m)$

D. CÁC BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

16.7

Khi đúc, người ta đổ kim loại nóng chảy vào khuôn. Tại sao bao giờ người ta cũng phải làm khuôn lớn hơn vật cần đúc?

A. Vì để khi nguội đi vật co lại đúng bằng thể tích cần đúc

B. Vì sau khi đúc cần phải chỉnh sửa bằng cách mài dũa

C. Vì khuôn nằm ngoài vật cần đúc

D. Đáp án A và B

16.8

Một lò xo đàn hồi có treo một vật nặng khối lượng 200m làm cho nó dãn thêm 1,5cm. Lấy $g = 10m/s^2$. Hệ số đàn hồi của lò xo đó là:

A. k =120 N/m B. k =130 N/m C. k =13 N/m D. k =12 N/m

16.9

Một sợi dây kim loại có đường kính d = 1,0mm được căng ngang giữa hai cái đinh cách nhau một khoảng l = 2,0m. Treo vào điểm giữa O của dây một vật nặng có khối lượng m = 250g. Suất đàn hồi của kim loại đó là $E = 2.10^{11}$Pa. Điểm O bị hạ thấp xuống một khoảng là:

A. h = 2,5cm B. h = 25cm C. h = 0,25cm D. h = 0,5 cm

16.10

Một quả cầu bằng kim loại có đường kính d = 4cm ở nhiệt độ $t_1 = 20^0C$ và có hệ số nở dài là $\alpha = 11.10^{-6}K^{-1}$. Khi nung nóng đến nhiệt độ $t_2 = 120^0C$ thì độ tăng thể tích của quả cầu đó là:

A. 0,17 cm^3 B. 0,2 cm^3

C. 1,7 cm^3 D. 0,017 cm^3

Chủ đề 17 CHẤT LỎNG VÀ CHẤT HƠI

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Khối chất lỏng có thể tích xác định nhưng không có hình dạng riêng xác định.

2. Lực căng mặt ngoài của chất lỏng

Ở mặt thoáng chất lỏng luôn có lực căng mặt ngoài tác dụng. Lực này có phương tiếp tuyến với mặt thoáng của chất lỏng và vuông góc với đường giới hạn của mặt thoáng, có chiều sao cho có tác dụng làm giảm diện tích mặt ngoài và có độ lớn: $F = \sigma l$

(σ: hệ số căng mặt ngoài (N/m), l: chiều dài đường giới hạn (m))

3. Hiện tượng dính ướt và không dính ướt

Khi chất lỏng tiếp xúc với vật rắn thì xảy ra hiện tượng dính ướt hoặc không dính ướt:

* Hiện tượng dính ướt được giải thích là do lực hút giữa các phân tử chất lỏng và phân tử chất rắn tại mặt tiếp xúc lớn hơn lực hút của các phân tử chất lỏng với nhau.

Hiện tượng không dính ướt thì ngược lại.

* Hiện tượng căng mặt ngoài và hiện tượng dính ướt, không dính ướt dẫn tới hiện tượng mao dẫn: mực chất lỏng trong ống có tiết diện nhỏ dâng cao hoặc tụt xuống so với mực chất lỏng trong bình.

4. Hiện tượng mao dẫn

Nếu ống mao dẫn hình trụ, đường kính d thì độ dâng lên (hoặc hạ xuống) của chất lỏng trong ống được xác định bằng biểu thức:

$$h = \frac{4\sigma}{Dgd}$$

(h là độ cao chất lỏng dâng lên trong ống mao dẫn (m); D là khối lượng riêng của chất lỏng (kg/m^3); d là đường kính ống mao dẫn (m) và g gia tốc trọng trường (m/s^2))

5. Khối chất khí (hay hơi) không có thể tích và hình dạng xác định.

6. Trên mặt thoáng của chất lỏng thường xuyên có sự **bay hơi** và sự **ngưng tụ.**

* Khi sự bay hơi và sự ngưng tụ cân bằng nhau, hơi trên mặt thoáng gọi là hơi bão hoà. Nếu sự bay hơi lớn hơn sự ngưng tụ (số phân tử đi ra khỏi mặt thoáng lớn hơn số phân tử đi vào khối chất lỏng) thì hơi trên mặt thoáng gọi là hơi khô.

6. Trong không khí có chứa hơi nước nên **không khí có độ ẩm**:

* Độ ẩm tuyệt đối a là đại lượng đo bằng khối lượng hơi nước (tính ra gam) chứa trong $1m^3$ không khí.

* Độ ẩm cực đại A ở nhiệt độ đã cho là khối lượng hơi nước bão hoà chứa trong $1m^3$ không khí ở nhiệt độ ấy.

* Độ ẩm tỉ đối B là đại lượng đo bằng tỉ số phần trăm giữa độ ẩm tuyệt đối và độ ẩm cực đại của không khí cùng một nhiệt độ:

$B = \frac{a}{A}100\%$ hoặc tính bằng tỉ số phần trăm của áp suất riêng phần p của hơi nước và áp suất p_0 của hơi nước bão hoà trong không khí ở cùng một nhiệt độ: $B = \frac{p}{p_0}100\%$

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

A. PHƯƠNG PHÁP CHUNG

Bài tập trong phần này thường gặp là các bài tập về hiện tượng căng mặt ngoài, hiện tượng mao dẫn và tính độ ẩm không khí.

Cần nắm vững các công thức tính lực căng mặt ngoài $F = \sigma l$, độ chênh lệch của mực chất lỏng trong ống mao dẫn cùng với khái niệm về hệ số căng mặt ngoài, áp suất phụ... để giải các bài toán về độ dâng của cột chất lỏng trong ống mao dẫn, áp suất phụ và độ chênh lệch mực chất lỏng trong ống chữ U hoặc các hiện tượng dính ướt và không dính ướt.

Lưu ý: Lực căng mặt ngoài thường cân bằng với trọng lượng của cột chất lỏng hoặc cân bằng với giọt chất lỏng rơi ra từ ống nhỏ giọt ở thời điểm ngay trước lúc rơi.

Các bài tập tính độ ẩm của không khí chủ yếu áp dụng các công thức đã biết và bảng đặc tính hơi bão hoà đã có.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 17.1

Để xác định hệ số căng mặt ngoài, người ta cho nước vào trong một ống nhỏ giọt có miệng ống hình tròn đường kính $d = 3mm$ (H17.1). *Nhỏ 100 giọt*

vào một cái tách rồi đem cân ta được khối lượng nước là M = 7,02g. Tính hệ số căng mặt ngoài của nước ở nhiệt độ thí nghiệm. Cho g = 9,8 m/s²

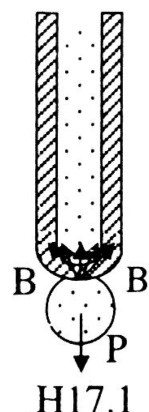
Bài giải

Cho: d = 3mm, n = 100 giọt

m = 7,02g; g = 9,8 m/s^2

Tính: σ =?

Phân tích



H17.1

Quan sát và phân tích hiện tượng nước chảy ra ở đầu ống nhỏ giọt (H17.1) ta thấy: đầu tiên giọt nước to dần nhưng chưa rơi xuống ngay. Sở dĩ có hiện tượng như vậy là vì có lực căng mặt ngoài tác dụng lên đường biên BB' của giọt nước, lực này có xu hướng kéo co mặt ngoài của giọt nước lại, vì thế có hướng lên trên. Khi trọng lượng của giọt nước chưa thắng được lực căng này thì giọt chất lỏng chưa rơi.

Đúng lúc giọt nước tách ra và rơi xuống thì trọng lượng của giọt nước bằng lực căng mặt ngoài, vì vậy ta có: $\sigma = \dfrac{F}{\pi d} = \dfrac{P}{\pi d}$

Giải

Gọi M là khối lượng của 100 giọt nước, ta có:

$$P = mg = \frac{Mg}{100} \quad \Rightarrow \quad \sigma = \frac{Mg}{100\pi d}$$

$$\Rightarrow \quad \sigma = \frac{7{,}02.10^{-3}.9{,}8}{100.3{,}14.3.10^{-3}} \approx 7{,}3.10^{-2}\ (N/m)$$

Đáp số: $\sigma = 7{,}3.10^{-2}(N/m)$

Thí dụ 17.2

Một vòng nhôm có bán kính trong r_1 = 3cm, bán kính ngoài r_2 = 3,2cm, chiều cao h = 12cm được đặt nằm ngang trong nước. Tính độ lớn của lực cần thiết để nâng vòng nhôm ra khỏi mặt nước. Biết rằng trọng lượng riêng của nhôm là d = $2{,}8.10^4$ N/m^3 và suất căng mặt ngoài của nước là $\sigma = 73.10^{-3}$ N/m

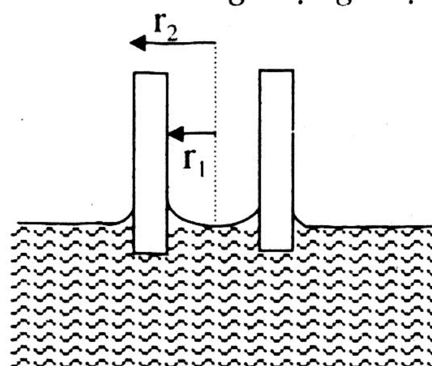
Bài giải

Cho: r_1 = 3 cm; r_2 = 3,2 cm

d = $2{,}8.10^4$ N/m^3

h = 12 cm; σ = 73.10^{-3} N/m

Tính: F =?



H17.2

Phân tích

Khi nâng vật từ trong lòng nước ra, tại vị trí mặt thoáng của nước, vòng chịu 3 lực tác dụng cùng phương cùng chiều (hướng đi xuống theo chiều của trọng lực):

+ Trọng lượng của vòng: $P = Vd = h\pi\,(r_2^2 - r_1^2).\,d$

+ Lực căng mặt ngoài tác dụng lên mặt trong của vòng: $F_1 = \sigma l_1$

+ Lực căng mặt ngoài tác dụng lên mặt ngoài của vòng: $F_2 = \sigma l_2$

Phải tác dụng một lực nâng tối thiểu bằng tổng 3 lực trên khi đó mới có thể đưa được vòng ra khỏi nước.

Giải

Độ lớn của trọng lực: $P = h\pi\,(r_2^2 - r_1^2).\,D = 41{,}664\pi.\,10^{-2}$ (N)

Độ lớn của lực F_1: $F_1 = \sigma l_1 = \sigma(2\pi r_1) = 0{,}438\pi.\,10^{-2}$ (N)

Độ lớn của lực F_2: $F_2 = \sigma l_2 = \sigma(2\pi r_2) = 0{,}4672\pi.\,10^{-2}$ (N)

Vậy $F = P + F_1 + F_2 = 113{,}67.\,10^{-2}$ (N)

Đáp số: *$F = 113{,}67.\,10^{-2}$ (N)*

Thí dụ 17.3

Một quả cầu có bán kính R = 0,2mm có mặt ngoài hoàn toàn không bị nước làm dính ướt. Suất căng mặt ngoài của nước là $\sigma = 73.10^{-3}$N/m. Bỏ qua lực đẩy Acsimét tác dụng lên quả cầu.

a) Tính lực căng mặt ngoài lớn nhất tác dụng lên quả cầu khi nó được đặt trên mặt nước.

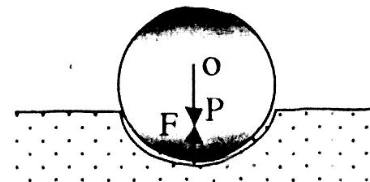
b) Quả cầu có trọng lượng bằng bao nhiêu thì nó không bị chìm?

Bài giải

Cho: R = 0,2mm

$\sigma = 73.10^{-3}$N/m

Tính: F_{cd}?; P?



H17.3

Phân tích

Do hiện tượng không dính ướt nên mặt nước bị lõm xuống và vì vậy tạo ra lực căng mặt ngoài $F = \sigma l$ hướng thẳng đứng lên (ra ngoài khối chất lỏng) (H17.3). Độ lớn của lực căng phụ thuộc vào chiều dài (chu vi) giữa mặt phẳng tiếp xúc của quả cầu với mặt thoáng của chất lỏng (phần quả cầu bị chìm trong khối chất lỏng). Để quả cầu khỏi chìm trong nước thì trọng lượng của quả cầu phải bé hơn lực căng mặt ngoài.

Giải

a) Lực căng mặt ngoài lớn nhất là:

Vì: $F = \sigma l = \sigma.2\pi r \Rightarrow F = \sigma 2\pi R = 73.10^{-3}.\ 2\pi.\ 0,2.10^{-3}$

$\Rightarrow F_{max} = 91,688.10^{-6}$ (N)

b) Để quả cầu không bị chìm thì trọng lượng của vật là:

$P \leq F_{max} = 91,688.10^{-6}$ (N)

Đáp số: *a)* $F_{max} = 91,688.10^{-6}$ *(N);* $P \leq F_{max}$

Thí dụ 17.4

Nhiệt độ của không khí buổi chiều là 15⁰C. Độ ẩm tương đối là 64%. Ban đêm nhiệt độ có thể xuống đến 5⁰C. Hỏi có sương không? Nếu có sương thì có bao nhiêu hơi nước đã ngưng tụ trong 1m³ không khí? Biết tại 15⁰C độ ẩm cực đại là A = 12,8.10⁻³kg/m³.

Bài giải

Cho: $a = 64\%$, $t_1 = 15^0C$;

$t_2 = 5^0C$; $A = 12,8.10^{-3}kg/m^3$

Hỏi: có sương không?; m =?

Phân tích

Sương được tạo bởi các giọt nước nhỏ đọng lại trên mặt đất, lá cây, ngọn cỏ, là kết quả của hơi nước ở trạng thái bão hoà trong không khí ngưng tụ lại khi nhiệt độ xuống thấp.

Để biết không khí ở nhiệt độ 5^0C có sương không ta phải biết lượng hơi nước ở trạng thái đó có bão hoà không? từ đó xác định được khối lượng hơi nước đã ngưng tụ trong $1m^3$ không khí. Lưu ý rằng: để xác định được lượng hơi nước bão hoà ở một nhiệt độ nào đó ta phải căn cứ vào bảng đặc tính hơi nước bão hoà rồi từ đó xác định được độ ẩm tỉ đối.

Giải

Từ công thức tính độ ẩm tương đối: $B = \frac{a}{A} \Rightarrow a = B.A$

Theo bài ra ta có: $A = 12,8.10^{-3}kg/m^3$

$\Rightarrow a = 0,64.12,8.10^{-3} = 8,2\ .10^{-3}\ kg/m^3$

Từ bảng đặc tính hơi nước bão hoà ta thấy: để làm bão hoà không khí ở nhiệt độ 5^0C cần có $6,8.10^{-3}$kg hơi nước trong một mét khối không khí. So sánh với kết quả trên ta thấy *về đêm có sương.*

Lượng hơi nước trong $1m^3$ không khí đã ngưng tụ là:

$m = 8,2\ .10^{-3} - 6,8.10^{-3} = 1,4.10^{-3}$ kg

Đáp số: *a) ở* 5^0C *có sương; b)* $m = 1,4.10^{-3}$ *kg*

Thí dụ 17.5

Nhiệt độ ban ngày trong một phòng họp là 30^0C và độ ẩm tuyệt đối là $a = 20,6g/m^3$. Biết áp suất hơi nước bão hoà ở 30^0C là $p_0 = 31,8mmHg$.

a) Tính độ ẩm tỉ đối B của không khí

b) Giả sử phòng đó kín và có thể tích $20m^3$, muốn hơi nước trong phòng bão hoà thì cần cấp thêm một lượng nước là bao nhiêu? (cho $1mmHg = 1,3333.10^2Pa$)

Bài giải

Cho: $a = 20,6g/m^3$; $t = 30^0C$

$p_0 = 31,8mmHg$; $V = 20m^3$

Tính: B =?; m =?

Phân tích

Độ ẩm tỉ đối được xác định từ công thức: $B = \frac{a}{A}$ (trong đó a ta đã biết) ta cần xác định được độ lớn của A. Theo định nghĩa thì độ ẩm cực đại là khối lượng hơi nước cực đại có trong $1m^3$ không khí ở một nhiệt độ xác định, đại lượng này cũng là khối lượng riêng của hơi nước bão hoà: $D_{bđ} = \frac{m}{V}$ được xác định từ phương trình Clapêron – Menđêleep: $\frac{p_0V}{T} = \frac{m}{\mu}R \Rightarrow \frac{m}{V} = \frac{P\mu}{RT}$

Giải

* Độ ẩm cực đại A của không khí ở 30^0C là:

$$A = D_{bđ} = \frac{m}{V} = \frac{P\mu}{RT} = \frac{31,8 \times 1,3333.10^2 \times 18}{8,31 \times 303} \approx 30,3 \ (g/m^3)$$

a) Độ ẩm tỉ đối của không khí là:

$$B = \frac{a}{A} = \frac{20,6}{30,3} = 0,68 = 68\%$$

b) Lượng hơi nước cần cấp thêm để không khí trong phòng bão hoà:

* Mỗi m^3 không khí cần cung cấp thêm lượng hơi nước để trở thành bão hoà tại nhiệt độ 30^0C là:

$$m_1 = 30,3 - 20,6 = 9,7g$$

* Khối lượng tổng cộng cần thiết để cung cấp thêm cho không khí trong phòng trở thành bão hoà là:

$$m = V.\ m_1 = 9,7 \times 20 = 194\ (g)$$

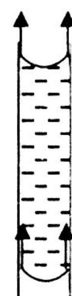
Đáp số: *a) B = 68%; b) m = 194 (g)*

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

17.6

Một ống mao dẫn hở cả hai đầu có thành rất mỏng, bán kính $r = 0{,}5mm$, được dựng thẳng đứng. Đổ đầy nước vào ống, sau khi chảy ra, nước còn lại trong ống có độ cao $h = 58{,}4mm$. Tính suất căng mặt ngoài của nước, biết trọng lượng riêng của nước là $d = 10^4\ N/m^3$ và nước làm dính ướt hoàn toàn thành ống.

Đáp số: *$\sigma = 7{,}3.10^{-2}$ (N/m)*



H17.4

Hướng dẫn: Vì ống hở cả hai đầu nên tạo ra hai mặt thoáng chất lỏng ở hai đầu có các mặt khum với các lực căng mặt ngoài cùng hướng từ dưới lên (H17.4): $F = 2\sigma l = 4.\sigma.\pi.r$

Để cho cột chất lỏng không bị chảy ra ngoài thì hợp lực này phải cân bằng với trọng lực của khối chất lỏng trong ống:

$F = 4.\sigma.\pi.r = P = mg = Vd = h.\ \pi.r^2.d$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{h.r.d}{4} = 7{,}3.10^{-2}\ (N/m)$$

17.7

Một ống mao dẫn có bán kính trong $r = 1mm$ và chiều dài $l = 1m$, đầu trên hàn kín, đầu dưới hở. Nhúng thẳng đứng ống xuống nước sao cho đầu hở vừa chạm vào mặt nước. Tính độ cao của cột nước đã dâng lên trong ống. Cho rằng nước hoàn toàn làm dính ướt ống, suất căng mặt ngoài $\sigma = 0{,}073N/m$, trọng lượng riêng $d = 10^4\ N/m^3$, áp suất khí quyển $p_0 = 10^5\ Pa$.

Đáp số: *$x = 0{,}13$ (cm)*

17.8

Một khung chữ nhật ABCD, cạnh CD = 20cm, có thể di chuyển không ma sát trên cạnh Ax và By song song nhau. Khung được phủ màng xà phòng có suất căng mặt ngoài $\sigma = 4{,}5.10^{-2}$(N/m). Tính công cần thiết để kéo cạnh CD ra xa AB thêm $\Delta l = 2cm$.

Đáp số: *$A = F'\Delta l = 3{,}6.10^{-4}$ (J)*

17.9

Một ống thuỷ tinh hình trụ, đường kính trong là $d = 0{,}5mm$.

a. Nhúng ống thuỷ tinh vào nước có hệ số căng mặt ngoài $\sigma = 7{,}3.10^{-2}$ N/m. Tính độ cao mực nước dâng lên trong ống thuỷ tinh. Biết rằng nước làm dính ướt hoàn toàn thuỷ tinh.

b. Nhúng ống thuỷ tinh vào thuỷ ngân ta thấy độ hạ mực thuỷ ngân trong ống là h = 28mm. Tính hệ số căng mặt ngoài của thuỷ ngân. Cho khối lượng riêng của nước và thuỷ ngân lần lượt là 1000 và 13600 kg/m^3. Lấy g = 9,8 m/s.

Đáp số: *a)* $h = \dfrac{4\sigma}{Dgd} \approx 59{,}6mm \approx 60mm$; *b)* $\sigma' \approx 0{,}47N/m$

17.10

Một ống thuỷ tinh hình trụ có đường kính trong d = 3mm một đầu hở một đầu bịt kín dài 100cm, được đổ đầy thuỷ ngân. Bịt đầu hở và dốc đầu này vào trong một bình thuỷ ngân thì thấy mức thuỷ ngân trong ống cao hơn mặt thoáng trong bình một khoảng H = 755mm. Tính áp suất của khí quyển theo N/m^2 và mmHg nếu tính đến hiện tượng mao dẫn trong ống, coi thuỷ ngân không làm dính ướt thuỷ tinh. Cho hệ số căng mặt ngoài của thuỷ ngân là σ = 0,47 N/m.

Đáp số: $H_0 = H + h = 760mmHg$

17.11

Không khí trong một phòng kín có thể tích 45m^3 ở nhiệt độ 25^{0}C và có độ ẩm tương đối là 50%. Phải làm bay hơi bao nhiêu nước để có độ ẩm 60%?

Đáp số: $m = (a' - a).V = (B' - B) = A.V = 103{,}5\ g$

17.12

Trong một xilanh có pittông có thể dùng để nén hay dãn khí, chứa không khí ở 25^{0}C với độ ẩm tỉ đối là 56%. Đẩy từ từ pittông để làm giảm thể tích của buồng kín sao cho hơi nước trong xilanh chuyển sang trạng thái bão hoà. Cho rằng quá trình nén khí là đẳng nhiệt, tính thể tích của khí trong xylanh sau quá trình nén biết thể tích ban đầu của nó bằng 500cm^3.

Đáp số: $V_2 = \dfrac{p_1V_1}{p_2} \approx 269cm^3$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

17.13 Tại sao không thể hàn nhôm bằng những que hàn thiếc:

A. Vì nhôm không bị thiếc nóng chảy dính ướt

B. Vì nhôm và thiếc là hai kim loại khác nhau

C. Vì khi nhôm và thiếc nóng chảy chúng không dính ướt nhau

D. Cả B và C

17.14

Tại sao không nên nút các chai đựng xăng bằng nút có bọc giẻ

A. Vì xăng có thể bay hơi qua nút giẻ

B. Vì hiện tượng mao dẫn nên xăng có thể theo nút để ra ngoài

C. Vì xăng có thể làm dính ướt giẻ

D. Cả A và C

17.15

Một ống mao dẫn có bán kính trong r = 0,05cm và hàn kín một đầu. Người ta nhúng đầu hở của ống xuống nước theo phương thẳng đứng. Độ dài của ống phải là bao nhiêu để độ dâng lên của nước trong ống là 1cm (biết p_0 = 1at, $\sigma = 70.10^{-3}$ N/m)

A. l = 556cm B. l = 55,6cm C. l = 5,56cm D. l = 5560cm

17.16

Hai bình giống nhau đặt trên cân đòn. Một bình đựng không khí khô (bình 1), bình kia đựng không khí ẩm (bình 2). Áp suất và nhiệt độ ở hai bình như nhau. Trọng lượng của hai bình:

A. Bằng nhau B. Bình 1 nặng hơn

C. Bình 2 nặng hơn D. Không so sánh được

17.17

Độ ẩm tuyệt đối *a* và tỉ đối *B* của không khí sẽ thay đổi thế nào khi bị đun nóng:

A. cả *a* và *B* đều tăng B. *a* giảm còn *B* tăng

C. *a* không đổi còn *B* giảm D. cả *a* và *B* đều giảm

17.18

Tại sao về mùa đông của kính cửa sổ lại bị "đổ mồ hôi" nếu trong phòng có nhiều người?

A. Vì có nhiều người trong phòng nên độ ẩm tăng, gần kính nhiệt độ thấp nên có hiện tượng ngưng tụ của hơi nước.

B. Vì có nhiều người trong phòng nên độ ẩm giảm, gần kính nhiệt độ thấp nên có hiện tượng ngưng tụ của hơi nước.

C. Vì có nhiều người trong phòng nên nhiệt độ trong phòng lớn hơn ngoài, gần kính nhiệt độ thấp nên có sự ngưng tụ của hơi nước.

D. Vì ngoài lạnh nên nước có thể thẩm thấu qua kính.

17.19

Tại sao ngày nóng nực thì lại có nhiều sương hơn:

A. Vì nước bay hơi nhiều nên độ ẩm tuyệt đối tăng

B. Vì ban đêm lạnh đột ngột nên sự ngưng tụ xảy ra mạnh hơn

C. Vì nước bay hơi nhiều nên độ ẩm tỉ đối tăng

D. Vì nước bay hơi nhiều nên độ ẩm cực đại tăng

17.20

Buổi sáng nhiệt độ là 23^0C và độ ẩm tỉ đối của không khí là 80%, buổi trưa nhiệt độ là 30^0C và độ ẩm là 60%. Không khí vào buổi nào chứa nhiều nước hơn?

A. Hai buổi bằng nhau
B. Buổi sáng nhiều hơn
C. Buổi trưa nhiều hơn
D. Không so sánh được

17.21

Nếu ở 25^0C không khí có độ ẩm 75% thì độ ẩm tuyệt đối của không khí và nhiệt độ để không khí này sẽ có sương mù có thể là:

A. $B = 17{,}25\ g/m^3$ và $t = 20^0C$
B. $B = 17{,}25\ g/m^3$ và $t = 15^0C$
C. $B = 1{,}725\ g/m^3$ và $t = 20^0C$
D. $B = 172{,}5\ g/m^3$ và $t = 10^0C$

17.22

Nhiệt độ của không khí trong phòng là 15^0C, độ ẩm tỉ đối là 70%. Thể tích của phòng là $100m^3$, lượng hơi nước trong phòng là

A. m = 0,9 kg
B. m = 9,0 kg
C. m = 0,09 kg
D. m = 8,5 kg

17.23·

Nhiệt độ không khí trong phòng là 20^0C. Điểm sương là 12^0C. Tính độ ẩm tuyệt đối và tỉ đối của không khí và lượng hơi nước có trong phòng. Biết kích thước phòng: dài 6m, rộng 4m, cao 5m.

A. $a = 10{,}7.10^{-3}kg/m^3$, B = 62%, m = 1,3kg;

B. $a = 10{,}7.10^{-3}kg/m^3$, B = 6,2%, m = 1,3kg

C. $a = 1{,}07.10^{-3}kg/m^3$, B = 62%, m = 13kg

D. $a = 10{,}7.10^{-3}kg/m^3$, B = 62%, m = 0,13kg

ĐÁP ÁN VÀ LỜI GIẢI CÁC BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

Chủ đề 1 CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

Bài 1.17: Phương trình toạ độ của chuyển động thẳng đều có dạng:

$$x = x_0 + v(t - t_0)$$

so sánh với đề ra thì: $x_0 = 5$; $v = -4$ và $t_0 = 4$ (dấu trừ của vận tốc v cho ta biết chuyển động ngược chiều với chiều trục toạ độ được chọn). Vậy phương trình trên là phương trình toạ độ của chuyển động thẳng đều với vận tốc 4m/s.

Chọn đáp án D

Bài 1.18: Phân tích đồ thị bài ra ta được:

a) X và Z cùng khởi hành lúc 10h

b) X khởi hành tại gốc toạ độ ($x_{0X} = 0$) và chạy ra xa gốc toạ độ. Z khởi hành cách gốc toạ độ $x_{0Z} = 60$km, chạy về phía gốc toạ độ.

c) Vận tốc của X là. (60 – 0)/ (12 – 10) = 30km/h

Vận tốc của Y là: (60 – 0)/ (12 – 11) = 60km/h

Vận tốc của Z là: (0 – 60)/ (13 – 10) = -20km/h

Xe Y chạy nhanh nhất, đồ thị có độ dốc nhất.

d) Xe Y chạy từ 11h đến 12 h thì gặp xe X, vậy xe Y chạy trong thời gian t = 1h

Chọn đáp án A

Bài 1.19: *Chọn đáp án A*

Phương trình toạ độ của chuyển động thẳng đều có dạng:

$$x = x_0 + v(t - t_0)$$

Với cách chọn hệ toạ độ như bài ra thì:

Xe A: $x_{0A} = 0$; $t_{0A} = 0$; $v_A = 60$ km/h $\Rightarrow x_A = 60t$

Xe B: $x_{0B} = 12$; $t_{0B} = 0$; $v_B = 54$ km/h $\Rightarrow x_B = 12 + 54t$

Bài 1.20: Phương trình toạ dộ của chuyển động thẳng đều có dạng:

$x = x_0 + v(t - t_0)$

Với cách chọn hệ toạ độ như bài ra thì:

Xe A: $x_{0A} = 0$; $t_{0A} = 0$; $v_A = 54$ km/h $\Rightarrow x_A = 54t$

Xe B: $x_{0B} = 102$; $t_{0B} = 0$; $v_B = -48$ km/h $\Rightarrow x_B = 102 - 48t$.

Thời điểm hai xe gặp nhau: $x_A = x_B$ $\Rightarrow$ t = 1h và cách A 54km.

Chọn đáp án C

Bài 2.17: Vì chuyển động theo phương thẳng đứng dưới tác dụng của trọng lực do đó chuyển động chậm dần đều. Phương trình toạ độ của chuyển động có dạng:

$x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}at^2$. So sánh với bài ra thì chuyển động trên có:

$x_0 = 0$; $t_0 = 0$; $v_0 = 20$ m/s và gia tốc $a = -10m/s^2$. Độ cao cực đại vật đạt được khi $v_t = v_0 + at = 0 \Rightarrow t = 2s \Rightarrow h = x_2 = 20m$, vậy đáp án sai là C.

Chọn đáp án C

Bài 2.18: Phương trình toạ độ của chuyển động có dạng:

$x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}at^2$. So sánh với phương trình chuyển động của đề ra thì: $x_0 = 2m$; $t_0 = 0$; $v_0 = 6$ m/s và gia tốc $a = -3m/s^2$, chuyển động của vật chậm dần cho tới khi vận tốc bằng 0 sau đó chuyển động ngược lại, vật không dừng lại vì vậy câu nhận xét C là sai. *Chọn đáp án C*

Bài 2.19:

Theo bài ra: $v = 2(4 + t^2) = 8 + 2t \Rightarrow$ tính được $a = \frac{dv}{dt} = 4t$, nghĩa là gia tốc tỷ lệ với thời gian nên vật không thể chuyển động nhanh dần đều.

Chọn đáp án C

Bài 2.20:

Theo bài ra: khi t = 2s thì toạ độ của vật $x = 2t = 4(m)$ và $y = t^2 + 3 = 7(m)$. Vì vậy: $OM = x^2 + y^2 = 65 \Rightarrow OM = 8,06$ (m). Vậy kết luận OM = 11(m) là sai do tính nhầm OM = x + y.

Chọn đáp án B

Bài 2.21:

Theo bài ra: $a = -10m/s^2 = const \Rightarrow v = v_0 - at$, tại t = 0 thì $v = v_0 = 200m/s$

Mặt khác, phương trình của chuyển động có dạng:

$$x = v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}at^2.$$

Khi chọn chiều dương là chiều dưới lên, do chuyển động chậm dần đều (vì a.v < 0) với $a = -10m/s^2$, khi $t = 0 \Rightarrow x = x_0 = 0$

$\Rightarrow$ phương trình chuyển động phải là: $x = -5t^2 + 200t$.

Chọn đáp án B

Chủ đề 3 CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

Bài 3.9: Gia tốc của xe khi qua đường vòng là:

$$a = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2.R} = \frac{20^2 - 60^2}{2 \times 0,1} = -16000 km/h^2 = -1,23 m/s^2$$

Vì vậy đáp án a = –16km/h^2 sai do không đổi quãng đường R = 100m = 0,1km.

Chọn đáp án B

Bài 3.10: 1) Mỗi vệ tinh chỉ phủ sóng được 1 vùng gần 1/2 gần xích đạo. Như vậy chỉ cần 3 vệ tinh đặt ở các đỉnh của tam giác nội tiếp vòng tròn có bán kính bằng:

(R + h) = 6400 + 36000 = 424000km, vì vậy đáp án A sai.

2) Thời gian tối thiểu để sóng VTĐ đi và phản xạ trở lại theo đường ngắn nhất đúng bằng độ cao h là t = $\frac{2 \times 36000}{300000} = 0,24s$. Thời gian tối đa là thời gian sóng VTĐ đi từ điểm A trên mặt đất đến vệ tinh sau đó phản xạ trở lại điểm B trên Trái Đất (B và A đối xứng nhau qua đường thẳng vuông góc hạ từ vệ tinh xuống Trái Đất). Vậy đáp án B sai.

3) Trái Đất quay một vòng bằng 2π rad trong thời gian 86400s

$\Rightarrow \omega = \frac{2 \times 3,14}{864000} = 0,0000762 rad/s$. Giá trị này bằng vận tốc góc của một điểm trên Trái Đất ⇒ độ cao h = 36000km cách tâm Trái Đất d = R + h = 424000km

4) Lực hấp dẫn: $F = G\frac{Mm}{(R+h)} = F_{ht} = \frac{mv^2}{(R+h)} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{R+h}$

Tại một điểm sát mặt đất: h = 0 ⇒ v_0 = 7,92 km/s, đây là vận tốc nhỏ nhất để phóng vệ tinh theo phương tiếp tuyến và cùng chiều với chiều quay Trái Đất gọi là vận tốc vũ trụ cấp 1. Đáp án D là đáp án đúng.

Chọn đáp án D

Chủ đề 4 CÁC ĐỊNH LUẬT NEWTON

Bài 4.11: Khi hợp lực tác dụng lên vật bằng 0 thì vật có thể đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều. Vật đang chuyển động có xu hướng muốn dừng lại khi nó chịu tác dụng của lực cản chứ không phải do quán tính. Đáp án D là của định luật III Newton chứ không phải định luật I Newton ⇒ đáp án đúng là C.

Chọn đáp án C

Bài 4.12: Vì đáp án A là nội dung của định luật III Newton. đáp án B là nội dung của định luật I Newton và đáp án C sai do khi vật chịu tác dụng một lực không đổi thì vật chuyển động biến đổi đều. Vậy đáp án D là đúng.

Chọn đáp án D

Bài 4.13: Có thể xem nội dung của định luật II Newton là một biểu thức định nghĩa của lực vì: Theo định luật II Newton: $\vec{a} = \dfrac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a}$

Từ đó ta có thể định nghĩa: Lực F tác dụng vào một vật có khối lượng m là đại lượng được xác định bằng tích của khối lượng với gia tốc a của vật đó. Lực tác dụng cùng hướng với gia tốc và có độ lớn: F = ma

Chọn đáp án A

Bài 4.14:

Vật thay đổi vận tốc chuyển động có nghĩa là có gia tốc a, vì vậy theo định luật II Newton thì phải có lực tác dụng vào vật.

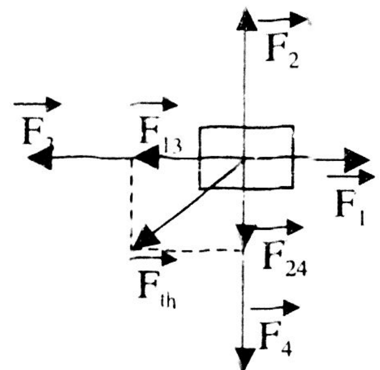
Chọn đáp án A

Bài 4.15:

Các lực cùng nằm trong một mặt phẳng và cùng phương, ngược chiều nhau từng đôi 1 (hình vẽ). Dùng phương pháp tổng hợp lực theo quy tắc hình bình hành lực ta có lực tổng hợp của 4 lực trên có độ lớn bằng:

$$F = \sqrt{(F_3 - F_1)^2 + (F_4 - F_2)^2} = 50N$$

Chọn đáp án A



<u>Chủ đề 5</u> CÁC LOẠI LỰC CƠ HỌC

Bài 5.13: Lực đàn hồi xuất hiện ở lò xo tỷ lệ với độ biến dạng và tuân theo định luật Húc:

$$F = kx \Rightarrow k = \frac{F}{x} = \frac{4,5}{0,03} = 150 \text{ (N/m)}$$

Chọn đáp án D

Bài 5.14:

Áp dụng định luật Húc cho hai trường hợp:

$$F_{dh1} = kx_1 \Rightarrow k = \frac{F_{dh1}}{x_1} = \frac{5}{0,04} = 125$$

$$F_{dh2} = kx_2 \Rightarrow x_2 = \frac{F_{dh2}}{k} = \frac{10}{125} = 0,28\,m = 28cm$$

Chọn đáp án A

Bài 5.15:

Viên bida chuyển động dưới tác dụng của lực ma sát: $F_{ms} = -\mu mg$ với gia tốc a. Theo định luật II Newton ta có: $ma = -\mu mg \Rightarrow a = -\mu g$.

Vậy quãng đường viên bida đi được tính theo: $v_2 - v_0^2 = 2as$

$\Rightarrow s = -\dfrac{v^2}{2a}$.

Thay a ở trên vào ta được: $s = +\dfrac{v^2}{2\mu g} = 51$ (m)

Chọn đáp án C

Bài 5.16: Để dịch chuyển được thùng hàng, lực tác dụng phải bằng hoặc lớn hơn lực ma sát nghỉ cực đại giữa thùng và sàn xe:

$$F \geq F_{msnghi\ max} = \mu N = \mu P = 378 \text{ N}$$

Vậy trong các đáp án chỉ có đáp án D thoả mãn điều kiện $F > F_{msnghi\ max}$

Chọn đáp án D

Bài 5.17: Lực hấp dẫn giữa hai tàu thuỷ là: $F_{hd} = G\dfrac{m_1m_2}{r^2} = 8.35.10^{-5}$ N

Theo bài ra: $F_{hd} = P = mg \Rightarrow m = \dfrac{F_{hd}}{g} = 8,5.10^{-6}$ kg

Chọn đáp án A

Bài 5.18: Theo bài ra, trọng lượng của người trên Trái Đất: P = mg với $g = \dfrac{MG}{R^2}$, vì vậy ta có: $P = \dfrac{MG}{R^2}m$. Tại một hành tinh có bán kính bằng 5R và khối lượng bằng 2M thì trọng lượng người đó sẽ là:

$$P' = \frac{2MG}{25R^2}m = \frac{2}{25}P = 40\text{N}$$

Chọn đáp án D

Bài 5.19: Trọng lượng của một vật trên Trái Đất bằng lực hấp dẫn giữa Trái Đất với vật đó: $P = 144000 = F_0 = G\dfrac{Mm}{R^2}$ và ở độ cao h là:

$F_h = G\dfrac{Mm}{(R+h)^2}$.

Với $h = 3R \Rightarrow F_h = G\dfrac{Mm}{(R+3R)^2} = \dfrac{1}{16}F_0$. Thay số vào ta được

$F_h = 9000$ N

Chọn đáp án B

Bài 5.20: * Ở gần bề mặt Trái Đất: $P = 18N = mg \Rightarrow m = \frac{P}{g} = 1,8$ kg

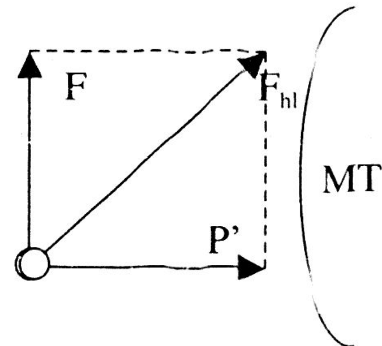
* Lực hút của Mặt Trăng lên vật đó khi nó ở gần bề mặt của Mặt Trăng là:

$p' = mg' = m\frac{g}{6} = 3N$ theo phương vuông góc với bề mặt Mặt Trăng.

Khi tác dụng lực F song song với bề mặt Mặt Trăng thì hai lực P' và F vuông góc với nhau nên hợp lực của nó có độ lớn:

$F_{hl} = \sqrt{(P'^2 + F^2)} = 5N$. Vậy gia tốc vật thu được:

$a = 5/1,8\ (m/s^2) \Rightarrow s = \frac{1}{2}at^2 = 12,5$ m.



Chọn đáp án A

Bài 5.21: Theo định luật Húc: $F_{dh} = k\Delta l$

$\Rightarrow k = \frac{F_{dh}}{\Delta l} = \frac{mg}{(l_2 - l_1)} = 200$ N/m. Vật trượt thẳng đều khi lực kéo cân bằng lực cản:

$F_k = F_c$: trong đó lực F_c ngược chiều với lực kéo nên nó là lực đàn hồi tác dụng vào lò xo khi lò xo dãn ra một đoạn

$\Delta l = 0,12$ cm nên có độ lớn: $F_C = k(l - l_1) = 4N$

Chọn đáp án B

Bài 5.22: Gia tốc của xe tải và rơ moóc là: $a = \frac{(v^2 - v_0^2)}{2s} = 0,25m/s$

Lực dây cáp kéo rơ moóc là: $F = ma = 250$ N

Theo định luật Húc: $F = k\Delta l \Rightarrow k = \frac{F}{\Delta l} = 2.10^{-6}$ N/m.

Chọn đáp án B

Bài 5.23: Khi xe chuyển động với gia tốc a so với mặt đường, sàn xe tác dụng vào kiện hàng một lực có độ lớn: F = ma. Để kiện hàng nằm yên trên xe thì lực này phải cân bằng với lực ma sát nghỉ cực đại:

$$F = F_{msnghi\ max} \Rightarrow ma = \mu N = \mu mg \Rightarrow a = \mu g$$

Trong thời gian t xe đi được quãng đường:

$s = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow t^2 = \frac{2s}{a} = \frac{2s}{\mu g} = 204s \quad \Rightarrow t = \sqrt{204} = 14,3s$

Chọn đáp án C

Bài 5.24: Hòn gạch chịu tác dụng của các lực: Trọng lực $\vec{P}$, phản lực $\vec{N}$ của mặt ván và lực ma sát $\overrightarrow{F_{ms}}$: hòn gạch cân bằng khi: $\vec{P} + \vec{N} + \overrightarrow{F_{ms}} = 0$

Chiếu phương trình lên phương chuyển động: mg sin α - $F_{msn} = 0$

Vì: $F_{msn} = \mu N = \mu mg\cos\alpha \Rightarrow \mu = tg\alpha = tg30^0 = 0,577$.

Chọn đáp án A

Chủ đề 6 PHƯƠNG PHÁP ĐỘNG LỰC VÀ ỨNG DỤNG CÁC ĐỊNH LUẬT NEWTON

Bài 6.15:

* Phương trình động lực cho chuyển động của cả đầu tàu và toa xe là:

$$\overrightarrow{F_{pd}} + \overrightarrow{F_{ms}} = m\vec{a}$$

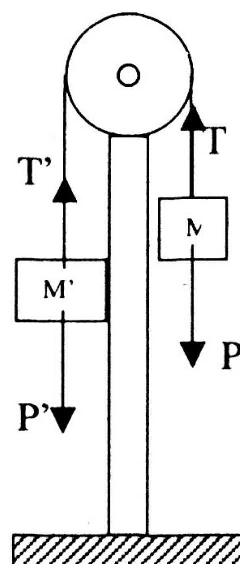
Chiếu lên phương chuyển động: $F_{pd} = m(a + \mu g) = 30000$ N

* Lực căng dây được xác định từ phân tích chuyển động của toa xe:

$$T = m'(a = \mu g) = 10000 \text{ N}.$$

Chọn đáp án B

Bài 6.16: * Quả cân m chịu tác dụng của trọng lực P và lực căng dây T chuyển động với gia tốc a. Theo định luật II Newton:



$$\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$$

Chiếu lên phương chuyển động: mg – T = – ma (1)

* Quả cân m chịu tác dụng của trọng lực P' và lực căng dây T' chuyển động với gia tốc a'. Theo định luật II Newton:

$$\overrightarrow{P'} + \overrightarrow{T'} = m'\overrightarrow{a'}$$

Chiếu lên phương chuyển động:

$$m'g - T' = m'a' \qquad (2)$$

Vì dây không dãn nên | a| = |a'| và T = T'

Lấy (1) – (2) ta có: (m' – m)g = (m' + m) a'

$$\Rightarrow a' = \frac{(m'-m)g}{(m'+m)} = 0,91 \text{ m/s}^2$$ và có hướng đi xuống.

⇒ a = a' = 0,91 m/s² hướng đi lên. T = T' = m(g + a) = 10,91 (N) hướng thẳng đứng xuống và T' hướng thẳng đứng lên

Chọn đáp án C

Bài 6.17:

Máy bay và người lái được coi là một chất điểm chuyển động trong hệ quy chiếu gắn liền với mặt đất với gia tốc hướng tâm: $a = \frac{v^2}{R} = 56,25\ m/s^2$.

Người lái chịu tác dụng của trọng lực P và phản lực N:

$$\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a} \quad (1)$$

Tại điểm thấp nhất của quỹ đạo chiếu phương trình (1) lên phương thẳng đứng ta được: $- mg + N = ma \Rightarrow N = m (g + a) = 3975$ N.

Chọn đáp án D

Bài 6.18: Quả cầu chịu tác dụng của các lực:

Trọng lực P và lực căng dây T: $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$

(trong đó gia tốc a là gia tốc hướng tâm $a = \omega^2 R$).

Từ hình vẽ: $\sin\alpha = 1/3 \Rightarrow \cos^2\alpha = 8/9 \Rightarrow \cos\alpha = 0,94$.

Chiếu phương trình trên lên OY:

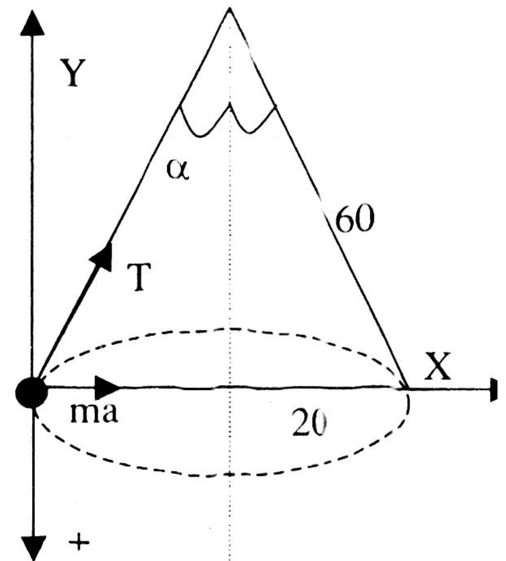
$T\cos\alpha - mg = 0$

Chiếu phương trình trên lên OX:

$T\sin\alpha = m\omega^2 R = m\, 4\pi^2 n^2 R$

$\Rightarrow n^2 = 0,44$ hay $n = 0,66$.

Chọn đáp án B



Bài 6.19: Gọi N là áp lực theo phương ngang, lực ma sát nghĩ cực đại sẽ là: $F_{ms} = \mu N$.

Trọng lực tác dụng vào khối thuỷ tinh có độ lớn: P = mg

Điều kiện để giữ được tấm thuỷ tinh: $P \leq F_{ms} \Rightarrow mg \leq \mu N$

$$\Rightarrow N > \frac{mg}{\mu} = 2,45(N)$$

Chọn đáp án A

Bài 6.20:

Theo phương nằm ngang, tấm bìa chịu tác dụng của F_k và F_{ms}. Để tấm bìa chuyển động được thì $F_k > F_{msnghi} = \mu mg \Rightarrow F_{tthiểu} = 0,98$ (N).

Chọn đáp án B

Bài 6.21: Xem hệ Người + Xe là một chất điểm chuyển động trong hệ quy chiếu quán tính. Các lực tác dụng vào hệ: Trọng lực $\vec{P}$, phản lực $\vec{N}$ và lực ma sát $\vec{F_{ms}}$.

Phương trình định luật II viết cho hệ: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F_{ms}} = (m + m')\vec{a}$

Chiếu lên phương chuyển động:

(m + m')gsin40^0 – k(m + m')g cos40^0 = (m + m') a ⇒ a = 4,2 m/s.

Chọn đáp án A

Bài 6.22:

(<u>Lưu ý:</u> Đính chính đề ra: khối lượng của mỗi tấm bêtông m = 6,0kg)

Lực cần thiết để kéo tấm bêtông ở giữa ra phải lớn hơn tổng tất cả các lực ma sát nghỉ cực đại tác dụng lên mặt trên và mặt dưới của tấm bêtông:

$$F \geq \mu mg + \mu 2mg = 3\mu mg = 53\ (N).$$

Chọn đáp án D

Bài 6.23: Lực cản chuyển động là lực ma sát có độ lớn: $F_c = -\mu N = -\mu mg$ làm cho xe chuyển động chậm dần đều với gia tốc a, theo định luật II Newton ta có:

$$-\mu mg = ma \Rightarrow a = -\mu g = -1{,}96\ m/s^2$$

Mặt khác: $v'^2 - v^2 = 2as \Rightarrow s = \dfrac{(v'^2 - v^2)}{2a} = 151{,}9\ (m)$

Chọn đáp án C

Bài 6. 24: Dưới tác dụng của lực ma sát lăn, $F_{lăn} = \mu_1 mg$, xe chuyển động chậm dần đều với gia tốc a, ta có: $-\mu_1 mg = ma \Rightarrow \dfrac{a}{g} = \dfrac{v}{gt} = 0{,}04$

Dưới tác dụng của lực ma sát trượt $F_{tr} = \mu_2 mg$, xe chuyển động chậm dần đều với gia tốc a', ta có: $-\mu_2 mg = ma' \Rightarrow \dfrac{a'}{g} = \dfrac{v'^2}{2sg} = 0{,}5$

$\Rightarrow \dfrac{\mu_1}{\mu_2} = 12{,}5.$

Chọn đáp án B

Bài 6.25: Gia tốc hòn đá khi ném lên: $a = \dfrac{(0^2 - v^2)}{2t} = -20 m/s^2$

Hòn đá chuyển động trong trường trọng lực chịu tác dụng của trọng lực và phản lực không khí: $\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}$. Chiếu lên phương thẳng đứng ta được $-mg - N = ma \Rightarrow N = -m(a + g) = -1\ N$

Chọn đáp án A

Bài 6.26:

Khối lượng quả cân trên mặt trăng bằng trên trái đất $m = \frac{P}{g/6} = \frac{3}{g}$.

Trọng lượng của quả cân trên tàu vũ trụ là lực tác dụng vào quả cân cân bằng với phản lực sàn con tàu tác dụng lên nó. Khi con tàu được phóng lên chuyển động ngược với gia tốc g thì trọng lượng quả cân sẽ là:

P' = m(g + a) = m(g + 3g) = 12 (N)

Chọn đáp án D

Bài 6.27:

Người xách vali chịu tác dụng của trọng lực P = (m + m')g và phản lực của sàn thang, áp dụng định luật II Newton: $\vec{P} + \vec{N} = (m + m')\vec{a}$

Chọn chiều dương hướng xuống dưới, chiếu phương trình lên phương thẳng đứng: $(m + m')g - N = (m + m')a \Rightarrow a = \frac{(m + m')g - N}{(m + m')} = 1\text{m/s}$.

Ta thấy a cùng dấu với g nghĩa là hướng thẳng đứng xuống dưới.

Chọn đáp án B

Bài 6.28: * Xe chịu tác dụng của trọng lực, phản lực và lực căng dây. Vì xe chuyển động thẳng đều nên a = 0 $\Rightarrow \vec{P} + \vec{N} + \vec{T} = 0$

Chiếu lên phương song song với mặt phẳng nghiêng:

$$mg\sin 30^0 + T = 0 \Rightarrow T = \frac{m_1 g}{2}$$

* Quả cầu chịu tác dụng của trọng lực và lực căng dây T' và cũng chuyển động thẳng đều: T'= P'. Do dây không dãn $T = -T' = m_2 g$

$$\Rightarrow \frac{m_1 g}{2} = m_2 g \Rightarrow m_1 = 2{,}5\text{kg}.$$

Chọn đáp án A

<u>Chủ đề 7</u> ĐỘNG LƯỢNG - ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

Bài 7.10: Độ biến thiên động lượng của vật bằng xung của lực tác dụng:

$$\Delta P = F\Delta t = mg\Delta t = 5\text{kgm/s}$$

Chọn đáp án A

Bài 7.11: Để động lượng được bảo toàn thì hệ phải kín, nghĩa là không có ngoại lực. Trong trường hợp đó xe chuyển động thẳng đều.

Chọn đáp án D

Bài 7.12: Độ biến thiên động lượng bằng xung của lực tác dụng:

$$\Delta P = F\Delta t = mv_2 - mv_1 = mv_2$$

$$\Rightarrow F = \frac{mv_2}{\Delta t} = 8650 \text{ (N)}.$$

Chọn đáp án A

Bài 7.13: Xung của lực tác dụng bằng độ biến thiên động lượng:

$$F\Delta t = mv - mv_1 = -mv_1 \Rightarrow F = \frac{mv_1}{\Delta t}$$

* Khi $\Delta t_1 = 100s \Rightarrow F = \frac{mv_1}{\Delta t_1} = 1500$ (N)

* Khi $\Delta t_2 = 10s \Rightarrow F = \frac{mv_1}{\Delta t} = 15000$ (N)

Chọn đáp án A

Bài 7.14: Để bảo toàn động lượng, khi đưa tay ra phía sau thì thân người phải trượt về phía trước vì vậy người có thể thoát ra khỏi tấm ván và đứng dậy.

Chọn đáp án A

Bài 7.15: Khi đạn găm vào túi cát và ở lại trong đó chứng tỏ đạn chuyển động chậm dần trong túi cát. Lực làm cho viên đạn chuyển động chậm dần và sau đó dừng lại là lực cản của cát. Công của lực cản bằng độ biến thiên động năng của vật và toàn bộ công này làm nội năng của hệ tăng có nghĩa là nhiệt độ của hệ tăng.

Chọn đáp án D

Bài 7.17: Động lượng của hệ trước khi bắn: $P_t = MV = 0$

Động lượng của hệ sau khi bắn: $P_s = (M - m)v' + mv$

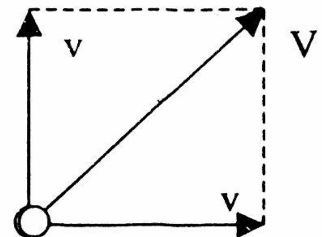
Hệ được xem là kín, nên động lượng bảo toàn

$$\Rightarrow v' = -\frac{m}{(M-m)}v = -0,5 \text{ m/s}$$

Dấu (–) chỉ ra vận tốc của xe ngược hướng với vận tốc của đạn.

Chọn đáp án B

Chủ đề 8 CƠ NĂNG - ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG



Bài 8.13: Vận tốc sau va chạm V có phương tổng hợp của hai véc tơ vận tốc v vuông góc với nhau nên V là đường chéo hình vuông có cạnh là v, vậy $V = v\sqrt{2}$ và có hướng chếch 45^0 so với hướng ban đầu

Chọn đáp án D

Bài 8.14: Động năng của vật được xác định bằng $W_đ = \frac{mv^2}{2}$, vì vậy khi khối lượng giảm một nửa còn vận tốc tăng gấp đôi thì:

$$W'_đ = \frac{(m/2).4v^2}{2} = 2W_đ$$

Chọn đáp án B

Bài 8.15:

Trong va chạm đàn hồi cả động lượng và động năng đều bảo toàn. *Chọn đáp án C*

Bài 8.16: Động năng của xe được xác định từ: $W_đ = \frac{mv^2}{2}$, sau 10s vận tốc của vật là: $v_{10} = at = 1.10 = 10$ m/s

$$\Rightarrow W_đ = \frac{mv^2}{2} = \frac{8.10^3 \times 10^2}{2} = 4.10^5 \text{ (J)}$$

Chọn đáp án A

Bài 8.17: ***(Đính chính: tính động năng và thế năng sau 0,5s)***

* Vận tốc vật sau 0,5s: $v = v_0 - gt = 5$m/s

$$\Rightarrow W_đ = \frac{mv^2}{2} = 1,25 \text{ (J)}$$

* Độ cao của vật sau 0,5s: $h = v_0t + \frac{1}{2}gt^2 = 3,75$ m

nếu lấy mốc thế năng tại chỗ ném: $W_t = mgh = 3,75$ J

Chọn đáp án A

Bài 8.18: Chọn mốc tính thế năng tại mặt đất. Theo định luật bảo toàn năng lượng: $mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = 14,14$ m/s.

Chọn đáp án A

Chủ đề 9 PHƯƠNG PHÁP CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Bài 9.9: Trong quá trình tương tác theo phương thẳng đứng vật hoặc hệ vật đều chịu tác dụng của ngoại lực là trọng lực do đó không đại lượng nào được bảo toàn.

Chọn đáp án D

Bài 9.10: Trong va chạm mềm chỉ có động lượng bảo toàn còn động năng thì không.

Chọn đáp án A

Bài 9.11:

Cả động năng, động lượng và vận tốc đều liên quan đến vận tốc của vật, chỉ có thế năng không liên quan đến vận tốc.

Chọn đáp án D

Bài 9.12: Vì thế năng không liên quan đến vận tốc nên một chuyển động không nhất thiết phải có thế năng.

Chọn đáp án D

Bài 9.13: Véctơ động lượng trùng về phương, chiều với véctơ vận tốc, có độ lớn P = mv (tỷ lệ bậc nhất với v) nên khi vận tốc tăng gấp đôi thì động lượng tăng gấp đôi.

Chọn đáp án B

Bài 9.14:

Gọi P là trọng lượng của $8m^3$ nước, công có ích để đưa toàn bộ lượng nước có trọng lượng P lên độ cao 5m là: A = Ph = mgh = DVgh = 4.10^5 (J)

Công toàn phần là: $A' = \frac{A}{H} = \frac{4.10^5}{0.8} = 5.10^5$ (J)

Công suất của máy bơm là: $P = \frac{A'}{t} = 555{,}5$ W

Chọn đáp án D

Bài 9.15: Theo bài ra: động năng viên đạn trước khi bắn: $W_{d1} = \frac{mv^2}{2}$ (động năng này có được do đạn cùng có vận tốc v với máy bay trong khi bay). Sau khi bắn ra với vận tốc v' so với máy bay, so với mặt đất thì vận tốc của đạn sẽ là (v + v'), vì vậy có thể dùng công thức $W_d = \frac{m(v + v')^2}{2}$ để tính động năng.

Chọn đáp án D

Bài 9.16: Xe chịu tác dụng của lực hãm F sẽ chuyển động chậm dần đều với gia tốc:

$a = -\frac{F}{m}$ và quãng đường đi được của xe là: $s = -\frac{v^2}{2a} = \frac{mv^2}{2F}$.

Theo bài ra ta có: $s' = \frac{2mv^2/4}{2F/2} = \frac{mv^2}{2F}$ vậy s = s'.

Chọn đáp án A

Bài 9.17: * Khi lò xo co lại, động năng của hệ "vật + lo xo + Trái Đất" tăng nhưng lại làm cho thế năng đàn hồi giảm.

* Khi vật co lại, trọng tâm của hệ được nâng lên, vì vậy thế năng hấp dẫn tăng.
* Sự giảm của thế năng đàn hồi lớn hơn sự tăng của thế năng hấp dẫn, do đó thế năng tổng cộng của hệ giảm.
* Độ giảm của thế năng bằng độ tăng của động năng vì vậy cơ năng của hệ được bảo toàn.

Chọn đáp án C

Chủ đề 10 ÁP SUẤT THUỶ TĨNH - ĐỊNH LUẬT PAXCAN

Bài 10.8:

Áp suất là một đại lượng vô hướng và áp suất khí quyển không âm.

Chọn đáp án A và D

Bài 10.9: Áp suất không phụ thuộc vào hướng của mặt bị nén.

Chọn đáp án D

Bài 10.10: Vì diện tích của mặt thoáng chất lỏng không ảnh hưởng đến áp suất tại đáy bình đựng : p = Dgh.

Chọn đáp án A, B, C

Chủ đề 11 CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG - ĐỊNH LUẬT BÉCNULI

Bài 11.7: Nếu xem dòng nước phụt ra tại các lỗ rò là sự chuyển động của từng giọt nước liên tiếp nhau và bỏ qua lực cản của không khí thì các giọt nước chỉ chịu tác dụng của trọng lực. Áp dụng công thức Torixenli cho trường hợp các giọt nước phụt ra tại A và chạm vào mặt bàn tại A':
$v_A^2 = 2g(h - h_A)$

Theo định lí động năng: $$\frac{mv'^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = mgh_A$$

$$\Rightarrow \frac{mv'^2}{2} = mgh_A - m2g(h - h_A)/2 = mgh \Rightarrow v'^2_A = 2gh$$

Vận tốc tại A' chỉ phụ thuộc vào gia tốc trọng trường và chiều cao ban đầu của cột chất lỏng trong bình, vì vậy tương tự ta có:
$v'^2_A = v'^2_B = v'^2_C = 2gh$
Thay số vào ta được: $v'^2_A = v'^2_B = v'^2_C = 20$ (cm/s).

Chọn đáp án C

Bài 11.8: Từ định luật bảo toàn dòng: $S_1v_1 = S_2v_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_1} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{d_2^2}{d_1^2} = 10^{-2}$

Áp dụng phương trình Becnuli (trường hợp ống dòng nằm ngang) :

$$\frac{F}{S_1} + p_0 + \frac{Dv_1^2}{2} = p_0 + \frac{Dv_2^2}{2}$$

Sau khi biến đổi: $\Rightarrow v_2^2 = \frac{8F}{D\pi d_1^2} = 254 \Rightarrow v_2 = 16$ (m/s)

Chọn đáp án D

Bài 11.9: Phương trình Becnuli được thiết lập trên cơ sở định luật bảo toàn năng lượng.

Chọn đáp án D

Bài 11.10: Lưu lượng dòng chảy qua lỗ rò được tính: $q = Sv = S\sqrt{2gh}$

Chọn đáp án A, B, C

Chủ đề 12 THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ VÀ CÁC ĐỊNH LUẬT VỀ CÁC ĐẲNG QUÁ TRÌNH

Bài 12.12: Công thức (2) và (3)

Chọn đáp án C

Bài 12.13: Khi đặt miệng hở ở trên, trạng thái khí trong ống là p_1, V_1, T_1:

Khi đặt miệng hở ở dưới, trạng thái khí trong ống là p_2, V_3, T_2:

Khi đặt miệng ống nằm ngang, trạng thái khí trong ống là p_3, V_3, T_3:

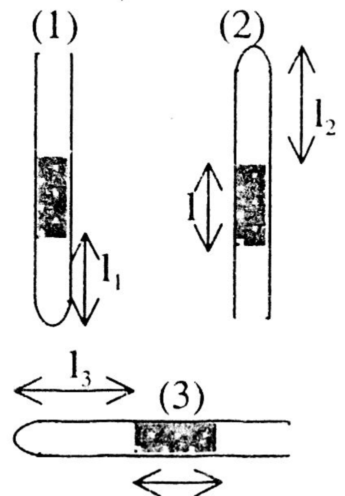
Gọi p_0 là áp suất khí quyển, các quá trình xem là đẳng nhiệt:

$$p_1V_1 = p_2V_2 = p_3V_3 \quad (1)$$

trong đó: $p_1 = p_0 + l$; $p_2 = p_0 - l$; $p_3 = p_0$

Thay các giá trị vào biểu thức (1) và để ý: $V_1 = Sl_1$

$V_2 = Sl_2$ và $V_3 = Sl_3$ $\Rightarrow$ $l_3 = 389,8$ mm



Chọn đáp án C

Đính chính: ***đáp án A và C trong đề sửa lại $l_3 = 390$ mm và $l_3 = 389,8$ mm***

Bài 12.14: Nút chai bị bật ra khi áp lực do áp suất khí p_2 bên trong chai lớn hơn tổng lực ma sát nghỉ cực đại và áp lực do áp suất khí quyển bên ngoài tác dụng lên nút:

$$p_2S > F_{ms} + p_0S \quad (1)$$

Khi nút chai chưa bật ra quá trình biến đổi khí trong chai là đẳng tích:

$$\frac{p_2}{p_0} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 p_2}{p_0} \quad (2)$$

Thay (1) vào (2) $\Rightarrow T_2 > T_1 (p_0 + F_{ms}/S)$. Thay số ta được $T_2 > 450K = 177^0C$

Chọn đáp án B

Bài 12.15: Lượng không khí trong ống có khối lượng không đổi và áp suất bằng áp suất bên ngoài. Khi nhiệt độ tăng, vì áp suất không đổi nên thể tích tăng theo định luật Gay – Luyxắc.

$V_1 = V_0(1 + t_1/273)$ và $V_2 = V_0(1 + t_2/273)$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{310}{300} \Rightarrow l_2 = 310 \text{ mm}$$

Chọn đáp án A

Bài 12.16: Áp dụng phương trình Clrapâyron – Menđêlêep:

$$\Rightarrow p = \frac{mRT}{V\mu} = 2{,}52at$$

Chọn đáp án A

Bài 12.17. Áp dụng công thức tính vận tốc trung bình của chất khí:

$v = \left(\frac{3RT}{\mu}\right)^{1/2}$ ta có thể suy ra: $\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{1/2} = 2 \Rightarrow v_2 = 2v_1 = 3600$ m/s.

Chọn đáp án B

Chủ đề 13 PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÍ TƯỞNG

Bài 13.13: a) Áp suất p của không khí được tính:

$p = n_0kT \Rightarrow n_0 = \frac{p}{kT} = 3{,}2.10^{16}$ ph.tử/m^3

b) Tổng số phân tử có trong bình: $N = n_0V = 6{,}4.10^{13}$ ph.tử

c) Động năng trung bình: $W_d = \frac{3}{2}kT = 6{,}21.10^{-21}$ (J).

Chọn đáp án D

Bài 13.14: *Chọn đáp án B*

Bài 13.15: *Chọn đáp án D*

Bài 13.16: Coi hỗn hợp khí trong bình gần đúng khí lí tưởng, áp dụng phương trình trạng thái cho khí lí tưởng ta có: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow$

$$T_2 = \frac{p_2V_2T_1}{p_1V_1} = 650K.$$

Chọn đáp án B (650K)

Bài 13.17.

Vì không khí trong bình có khối lượng không đổi và ở nhiệt độ và áp suất không cao nên có thể xem là khí lí tưởng:

Áp dụng phương trình trạng thái cho khí lí tưởng ta có:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1V_1T_2}{T_1V_2} = 2p_1\frac{T_2}{T_1}$$. Vì $T_2 > T_1 \Rightarrow p_2 < 2p_1 = 2$at.

Chọn đáp án A

Bài 13.18: Áp dụng phương trình trạng thái cho khí lí tưởng ta có:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1V_1T_2}{T_1p_2} = 67{,}5\ (cm^3)$$

Chọn đáp án D

Bài 13.19:

Vì xylanh kín nên khối lượng khí trong đó là không đổi, ban đầu hai bên có cùng áp suất, thể tích Sl và nhiệt độ T = 300K. Sau khi thay đổi, xét đến khi pittông cân bằng, phần nóng có áp suất p_1, nhiệt độ T_1 = 310K và thể tích V_1 = S (l + x). Phần lạnh có áp suất p_2, nhiệt độ T_2 = 290K và thể tích V_2 = S (l - x).

Áp dụng phương trình trạng thái cho khí lí tưởng ta có:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow x = 1(cm)$$

Chọn đáp án B

Chủ đề 15 NGUYÊN LÍ THỨ HAI CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Bài 15.13: Công thức nguyên lí thứ nhất NĐLH: Q = ΔU – A

Chọn đáp án A

Bài 15.14: a) Trong 1 giờ máy sinh công: A = Pt = $3{,}6.10^8$ (J)

nhiệt lượng cần cung cấp cho lò hơi trong 1 giờ là: Q = $3{,}6.10^9$ (J)

Theo định nghĩa hiệu suất $\Rightarrow H = \frac{A}{Q} = 0{,}1 = 10\%$

b) Hiệu suất lí tưởng của động cơ: $H_{max} = [1 - \left(\frac{T_2}{T_1}\right)] = 0{,}21 = 21\ \%$.

Chọn đáp án A

Bài 15.15: * Gọi nhiệt dung riêng của chì là c, từ công thức: $Q = mc(t_2 - t_1)$

$$\Rightarrow c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} = 130\ (J/kg\ độ)$$

* Khi thả miếng chì nóng ào nước thì chì toả nhiệt lượng và nước thu nhiệt lượng, xét thời điểm cân bằng nhiệt: $Q_{toa} = Q_{thu} \Rightarrow mc(t_2 - t) = m'c'(t - t_3)$

vì m = m' $\Rightarrow t = 20{,}0^0C$.

Chọn đáp án A

Bài 15.16: Hệ "bóng + Đất + không khí" xem là một hệ kín. Trong quá trình bóng rơi và nảy lên, trọng lực thực hiện công: $A = mg(h_1 - h_2)$

Vì hệ kín, theo nguyên lí NĐLH thì $Q = 0 \Rightarrow \Delta U = A$ (do vật sinh công nên công A nhận giá trị A<0) $\Rightarrow \Delta U = mg(h_1 - h_2)$.

Nhiệt lương để làm nóng hệ là

$$Q' = 0{,}7\Delta U = 0{,}7\,mg(h_1 - h_2) = 0{,}21 \text{ (J)}.$$

Chọn đáp án D

Bài 15.17: Công của khối khí khi giãn nở đẳng áp: $A = p(V_2 - V_1)$ (1)

Áp dụng định luật Gay – Luyxăc $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow V_2 = 14$ lít.

Thay giá trị của V_2 vào biểu thức (1) ta có A = 203 (J)

Chọn đáp án D

Bài 15.18: a) Theo định nghĩa hiệu suất: $H = A/Q_1$ trong đó $A = Q_1 - Q_2 \Rightarrow Q_1 = A + Q_2$

$$\Rightarrow \quad H = \frac{A}{(A + Q_2)} = 5/20 = 20\%$$

b) Động cơ nhiệt lí tưởng có hiệu suất: $H_{max} = [1 - \left(\frac{T_2}{T_1}\right)] = 0{,}25$

$$\Rightarrow \quad \left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 0{,}75 \Rightarrow T_1 = 300K = 27^0C$$

Chọn đáp án B

Chủ đề 16 CHẤT RẮN – BIẾN DẠNG CƠ VÀ SỰ NỞ VÌ NHIỆT CỦA VẬT RẮN

Bài 16. 7: *Chọn đáp án D*

Bài 16.8: Áp dụng định luật Húc: $F = k\Delta l$. Trong trường hợp của bài toán F = P = mg (trọng lượng của vật treo vào đầu lò xo).

Vậy $k = \frac{F}{\Delta l} = \frac{mg}{\Delta l} = 130$ (N/m).

Chọn đáp án B

Bài 16.9: Trọng lượng của vật nặng tác dụng vào dây các lực căng T làm cho dây dãn ra một đoạn Δl, ta có: $T = k\Delta l = ES\dfrac{\Delta l}{l}$ (1)

Mặt khác bằng phương pháp động lực ta rút ra: $T = \dfrac{mgl}{4h}$ và $\Delta l = \dfrac{2h^2}{l}$

Thay vào (1) và rút ra: $h^3 = \dfrac{mgl}{2\pi Ed^2}$ ⇒ h = 2,5 (cm).

Chọn đáp án A

Bài 16.10: Từ công thức sự nở khối: $V_1 = V_0(1 + \beta t_1)$ và $V_2 = V_0(1 + \beta t_2$

⇒ $\Delta V = V_0\beta\ \Delta t$ trong đó $V_0 = \dfrac{V_1}{1+\beta t_1} = \dfrac{\pi d^3}{6(1+\beta t_1)}$. Thay các giá trị này vào trên ta được: $\Delta V = \dfrac{\pi d^3\alpha\Delta t}{2+6\alpha t_1} = 0{,}17.10^{-6}\ m^3$.

Chọn đáp án A

Chủ đề 17 CHẤT LỎNG VÀ CHẤT HƠI

Bài 17.13: Vì thiếc nóng chảy thành thể lỏng không làm dính ướt được nhôm nên không dùng que hàn thiếc để hàn nhôm được.

Chọn đáp án A

Bài 17.14: Do hiện tượng mao dẫn nên xăng có thể theo nút giẻ để ra ngoài làm mất xăng.

Chọn đáp án B

Bài 17.15: Khi chất lỏng dâng lên trong ống nén không khí trong ống tuân theo quá trình đẳng nhiệt ⇒ $p_1 = \dfrac{p_0 l}{l-h}$ (trong đó l là chiều dài ống và h là độ dâng cột chất lỏng)

Dưới tác dụng của lực căng mặt ngoài, mặt thoáng chất lỏng chịu một áp suất hướng lên trên: $p = F/S = \dfrac{2\sigma}{r}$

Xét tại điểm A ngang với mặt chất lỏng bên ngoài ta có:

$$p_0 = p_1 + Dgh - p \Rightarrow p = \frac{p_0 l}{l-h} - p_0 + Dgh = \frac{p_0 h}{l-h} + Dgh = \frac{2\sigma}{r}$$

$$\Rightarrow\quad l = \frac{p_0 r l}{2\sigma - Dghr} + h = 556\ (cm)$$

Chọn đáp án A

Bài 17.16: Thể tích hai bình bằng nhau sẽ chứa lượng mol như nhau. Phân tử lượng trung bình của không khí là 29 lớn hơn phân tử lượng trung bình của hỗn hợp không khí và hơi nước là 18 do đó bình có không khí ẩm nhẹ hơn.

Chọn đáp án B

Bài 17.17: Độ ẩm tuyệt đối không phụ thuộc vào nhiệt độ còn độ ẩm tỉ đối tỷ lệ nghịch với nhiệt độ.

Chọn đáp án C

Bài 17.18: Vì trong phòng có nhiều người nên không khí chứa nhiều hơi nước hơn vì vậy độ ẩm tăng, gần kính nhiệt độ thấp nên có hiện tượng ngưng tụ tạo thành các giọt nước nhỏ li ti giống như đổ mồ hôi.

Chọn đáp án A

Bài 17.19:

Vì trong ngày nóng, nước bay hơi nhiều hơn nên độ ẩm tuyệt đối tăng.

Chọn đáp án A

Bài 17.20: Từ bảng đặc tính hơi nước bão hoà ta tính được độ ẩm tuyệt đối của buổi sáng và trưa: $a_s = B_sA_s = 16,6\ g/m^3$

$a_{tr} = B_{tr}A_{tr} = 18,2\ g/m^3 \quad \Rightarrow a_s < a_{tr}$

Chọn đáp án C

Bài 17.21: Từ công thức B = a/A và bảng đặc tính hơi nước bão hoà ta suy ra: $A = 23\ g/m^3 \Rightarrow a = B.A = 17,25\ g/m^3$

Theo bảng đặc tính thì ở 20^0C độ ẩm cực đại của không khí là $17,3\ g/m^3$ nên điểm sương của không khí xấp xỉ ở 20^0C.

Chọn đáp án A

Bài 17.22:

Từ biểu thức: a = B.A: theo bảng đặc tính hơi nước bão hoà thì ở 15^0C có độ ẩm cực đại $A = 12,8.10^{-3}\ kg/m^3$. Vậy lượng hơi nước có trong phòng sẽ là: $m = aV = A.B.V = 0,9\ kg$

Chọn đáp án A

Bài 17.23:

* Độ ẩm tuyệt đối ở nhiệt độ 20^0C bằng độ ẩm cực đại ở điểm sương 12^0C. Theo bảng đặc tính hơi nước bão hoà ta có: $a = 10,7.10^{-3}kg/m^3$.

* Độ ẩm cực đại ở 20^0C là $A = 17,3.10^{-3}kg/m^3 \Rightarrow B = a/A = 0,62 = 62\%$.

* Lượng hơi nước có trong phòng: m = a.V = 1,3 kg.

Chọn đáp án A